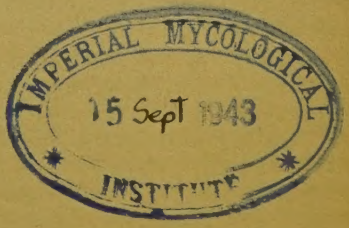
STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 40

UNDERSÖKNINGAR
ÖVER
"BLAD- OCH GRENTORKA" HOS IMPORTERADE AZALEOR

AV
D. LIHNELL

Med 17 textfigurer

WITH AN ENGLISH SUMMARY



STOCKHOLM 1943

STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 40

UNDERSÖKNINGAR
ÖVER
"BLAD- OCH GRENTORKA" HOS IMPORTERADE AZALEOR

AV
D. LIHNELL

Med 17 textfigurer

WITH AN ENGLISH SUMMARY

STOCKHOLM 1943

EMIL KIHLSTRÖMS TRYCKERI A.-B
Stockholm 1943
17148

Innehåll.

I. Inledning 5

II. Sjukdomsbilden 6

III. Förutsättningarna för uppkomsten av blad- och grentorka 11

IV. Kunna *Pestalotia*angrepp betraktas som orsak till blad- och grentorkan? 13

1. Tidigare undersökningar rörande *Pestalotia*arternas patogenitet gentemot *Azalea* och *Rhododendron* 14

2. Undersökningar utförda vid växtskyddsanstalten 17

a. Förekomsten av *Pestalotia*arter på sjuka och friska azaleor 17

b. Identifieringen av de från *Azalea* isolerade *Pestalotia*arterna ... 20

c. Infektionsförsök 24

3. Slutsatser 29

V. Är blad- och grentorkan överhuvudtaget förorsakad av parasitangrepp? 30

VI. Abiotiska faktorer som orsak till blad- och grentorkan 33

1. Torka 34

2. Övermått av väta i jorden 36

3. Låga temperaturer 38

4. Ljusbrist 41

5. Stark beskärning av rotsystemen 43

6. »Transportförsök» 45

VII. Översikt och diskussion av försöksresultaten 60

English summary 63

Litteraturförteckning 73

I. Inledning.

En icke oväsentlig del av den svenska importen av levande prydnadsväxter utgöres av azaleor, vilka huvudsakligen som 1—3-åriga från Belgien införas hit för drivning under vinterhalvåret. I stort sett torde dessa azaleor på senare tid ha fått en tillfredsställande sundhetsstandard. De stickprovsundersökningar, som företagas av vederbörande växtskyddsmyndigheter i odlingslandet och vid ankomsten till den svenska tullen, ge en viss om än icke hundraprocentig säkerhet för att sjuka och skadade azaleor ej i någon större utsträckning komma att införas. Ett allmännare tillämpande av direkta bekämpningsåtgärder i form av besprutningar o. s. v. har möjligen också bidragit till att exempelvis angrepp av azaleamal *(Gracilaria azaleella)* och parasitsvampen *Septoria azaleae* nu inrapporteras mindre ofta än förr.

Vissa former av bladfall, vissnande och grendöd, som utan något omedelbart påtagligt samband med förekomst av parasiter eller skadedjur uppträda på azaleorna under transporten hit eller den närmaste tiden därefter, ha emellertid icke visat några tecken på att avta utan kanske t. o. m. på sistone ökat något i frekvens. Man har i svensk växtskyddspraxis brukat inordna dessa företeelser under benämningarna »vissnesjuka» och »blad- och grentorka» (se även Ahlberg & Ingelström, 1936, s. 5). Någon strängt definierad innebörd torde från början icke inlagts i någondera benämningen, och de ha också i viss mån använts som synonymer. Det har emellertid blivit regel att reservera benämningen »vissnesjuka» för den tämligen väl avgränsade sjukdomsbild, som på danska (Gram & Weber 1940) kallats »visnesyge», på tyska (Pape 1939) »Stamm- und Grundfäule», och som förorsakas av svampinfektioner i rötterna och den basala delen av stammen. »Blad- och grentorka» har kommit att bli en sammanfattande beteckning för de övriga former av bladfall och eventuellt därpå följande grendöd, som bruka uppträda hos azaleorna under transporten eller den närmaste tiden efter ankomsten till mottagaren och som man icke direkt kan ange orsaken till. Strängt taget är det snarare fråga om en viss typ av skador än om en bestämd sjukdom. Det torde emellertid icke behöva medföra någon anledning till missförstånd, om i det följande för att förenkla framställningen benämningen blad- och grentorka användes som om det gällde en enhetlig sjukdom.

Till belysning av den roll vissnesjuka och blad- och grentorka spela kan bl. a. anföras, att endera eller båda förekommit i sammanlagt närmare 80 av 140 under åren 1933—1939 vid Växtskyddsanstalten granskade azaleaprov. Till vida övervägande del torde det ha varit fråga om blad- och grentorka. Erfarenheten har visat, att man dessutom får räkna med åtskilliga fall, som icke komma till växtskyddsanstaltens kännedom. Många gånger ha förlusterna för köparna varit högst avsevärda, och det har inträffat, att endast en bråkdel av ett parti kunnat föras fram till saludugligt skick. Det gäller alltså företeelser av en relativt sett icke oväsentlig ekonomisk betydelse. Därtill kommer, att uppträdande av blad- och grentorka resp. vissnesjuka ofta givit anledning till ersättningsanspråk gentemot odlare och försäkringsfirmor, anspråk, vilkas berättigande mera sällan kunnat tillfullo avgöras på grund av bristande kännedom om sjukdomarnas orsaker och orsakernas lokalisering till tid och rum. Ett närmare utforskande av nämnda sjukdomar, deras etiologi och eventuella vägar för ett bekämpande har alltså av flera skäl varit synnerligen önskvärt och de senaste åren stått på växtskyddsanstaltens arbetsprogram. I det följande ges en framställning av de hithörande arbeten, som gälla blad- och grentorkan och huvudsakligen under åren 1938—1942 utförts vid anstaltens botaniska avdelning.

II. Sjukdomsbilden.

Liksom hos alla ständigt gröna växter fällas hos azaleorna under normala förhållanden de äldre och mindre fuktionsdugliga bladen nu och då utan någon utpräglad periodicitet. Detta normala bladfall, som huvudsakligen sker i akropetal följd, d. v. s. i ordning nedifrån och uppåt, och i en tämligen långsam takt, uppväges i vanliga fall av nytillväxten i skottopparna. Det abnormt rikliga bladfall, som är det väsentliga symptomet vid blad- och grentorka, har ett häftigare förlopp och kan understundom ge intryck av en nästan momentan företeelse. Det tycks dock alltid vara av samma akropetala typ som det normala bladfallet; det är alltså de längst ned på grenarna sittande bladen, som i första hand fällas, därpå de högre upp belägna och sist toppbladen. Den »grentorka», som kan sätta in sedan alla bladen på en gren fällts, börjar däremot vid spetsen och går mer eller mindre långt nedåt mot huvudstammen. Detta blad- och grentorkans successiva förlopp med en »akropetal fas» (bladfallet) och en »akrofugal fas» (grentorkan) bör särskilt framhållas, då det är av vikt såväl för karakteristiken av blad- och grentorkan som för förståelsen av dess uppkomst.

Mycket betecknande är, att varken bladfallet eller den följande grentorkan förlöper likformigt i hela eller någon större, bestämt avgränsad del av kronan, utan alltid först och starkast kommer till uttryck på enstaka grenar. Någon

Fig. 1. Azaleor med blad- och grentorka, t. v. »Ideal», t. h. okänd sort.

bestämd regel kan härvidlag icke uppställas; ibland är det de grövre, över de andra uppstickande grenarna, som först bli kala och torra, i andra fall de kortare, i sin utveckling mer eller mindre undertryckta småkvistarna (fig. 1—3).

De i samband med bladfallet uppträdande förändringarna av bladen äro föga specifika och kunna växla såväl med sorten som från blad till blad hos en och samma azalea. Många gånger äro f. ö. de avfallande bladen tillsynes oförändrade med den gröna färgen och en viss grad av turgor bibehållen, och de få då först småningom efter avskiljandet från moderväxten den obestämt brunaktiga färg med eller utan ljusare eller mörkare fläckar och zoneringar, som återfinnes hos döda azaleablad i allmänhet. Vanligen ha dock dessa förändringar börjat redan innan bladen falla. Hos vissa sorter — framför allt Paul Schäme, Apollo och liknande — är bladfallet därjämte icke sällan förenat med en särskilt riklig förekomst av gulnade blad; samma gulnande förekommer f. ö. också ofta i samband med det normala åldrandet hos dessa sorter. Däremot ser man icke i samma utsträckning gula blad hos azaleor av typen Mme Petrick, Findeisen o. s. v., men hos dessa föregås bladfallet vanligen av att det normalt mörkgröna bladverket i sin helhet får en ännu mörkare, i brunviolett stötande färgton. Torra, svarta bladspetsar förekomma ibland rikligt vid blad- och grentorka men uppträda även i andra sammanhang och kunna lika litet som övriga här nämnda bladsymptom sägas vara utmärkande för någon bestämd sjukdom.

Som delvis framgår redan av det nu sagda, är benämningen »blad- (och gren-) torka» så tillvida mindre träffande, som bladen visst icke behöva vara torra när de falla. Avskiljandet av bladet är det primära, »torkan» ett se-

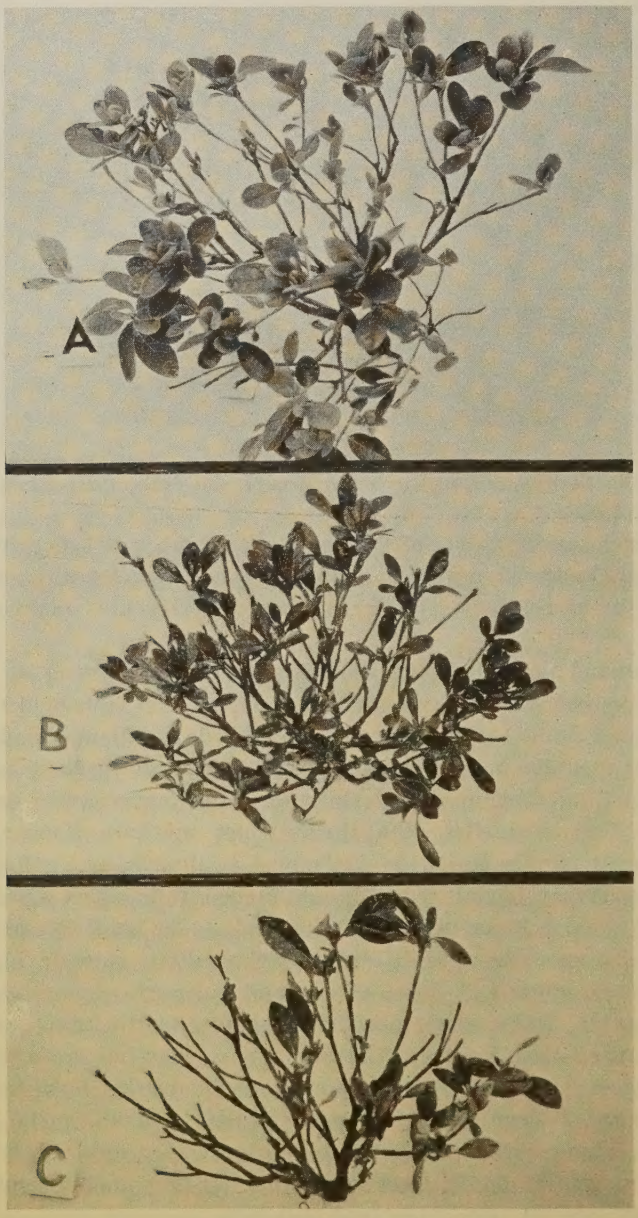


Fig. 2. Azaleor med blad- och grentorka, A. »Niobe», B. »v. Dreyssen», C. »Mme P. v. Acker».

Fig. 3. Azaleor med blad- och grentorka, upptill »Mme Petrick», nedtill »Theo Findeisen».

Fig. 4. Av blad- och grentorka svårt skadad azalea. Nyskott börja växa ut från grenverkets basala delar.

kundärt fenomen. Endast när luften är mycket torr, hinna bladen torka och bli spröda, medan de ännu sitta kvar på grenarna.

Oavsett de primära förändringarna uppstå mycket ofta på de döda eller döende bladen förr eller senare svartbruna, tämligen skarpt avgränsade fläckar, som ofta utgå från bladkanten eller bladskaftets bas (fig. 5 s. 14). De bruka uppfattas som *Pestalotia*skador och bli i fuktighetsmättad luft också ofta platsen för en riklig utveckling av de för *Pestalotia*arterna karakteristiska konidiehoparna. Ej heller *Pestalotia*fläckarna äro emellertid på något sätt specifika för blad- och grentorkan, även om de i samband med denna kunna bli mera framträdande än eljest.

Bladfallet kan vara ganska starkt utan att blomknopparna på något sätt påverkas. Blir å andra sidan bladfallet totalt, d. v. s. om även de yngre, längst upp i grentopparna sittande bladen falla, gå som regel även blomknopparna under, och en begynnande grentorka förutsätter givetvis, att dessförinnan även blomknopparna torkat. Att azaleornas blomknoppar dö, bli bruna och torra och lätt falla av är eljest en vanlig företeelse, som ofta uppträder utan att något särskilt starkt bladfall är förhanden och förmodligen kan tillskrivas mer än en orsak.

Med avseende på de uppkomna skadorna förekomma alla grader från en lätt utglesning av bladverket, vilken icke eller endast föga inverkar på azaleornas saluvärde, fram till de fall, där bladfallet är mycket omfattande,

huvudparten av grentopparna torka och blomningen blir ingen eller obetydlig; azaleor i detta senare skick ha givetvis intet värde som prydnadsväxter. Blad- och grentorkan leder emellertid ytterst sällan till växtens totala död. Förr eller senare börjar även på mycket illa åtgångna azaleor nyskott att växa fram från grenverkets basala delar (fig. 4), och med lämplig behandling kan till ett följande år fullt saludugliga exemplar erhållas; en dylik räddningsprocedur torde emellertid i de flesta fall näppeligen vara ekonomiskt lönande under våra förhållanden.

Azaleor av Vervaeneana-typ äro möjligen något mindre ofta utsatta för blad- och grentorka än andra, medan sådana sorter som Mme Petrick, Paul Schäme, Mme Aug. van Damme m. fl. ofta visa mycket kraftiga symptom. Några mera framträdande skillnader mellan olika sorter ifråga om blad- och grentorkans frekvens och styrkegrad ha emellertid icke kunnat fastställas.

III. Förutsättningarna för uppkomsten av blad- och grentorka.

När blad- och grentorka förekommer, har vanligen det starkaste bladfallet ägt rum redan under själva transporten, bladen fortsätta att falla någon tid efter uppackning och inkrukning, men jämförelsevis snart inträder en återgång till normala förhållanden, och ytterligare skador uppstå icke. Det förekommer emellertid också, att ett från början relativt måttligt bladfall under den följande tiden fortsätter och t. o. m. ökar i styrka. Mycket tyder därvid på att de omständigheter, under vilka azaleorna förvarats under tiden mellan uppackningen och drivningen, haft ett avgörande inflytande. Det har sålunda vid flera tillfällen konstaterats att azaleor av en och samma sort och från en och samma firma, likartat förpackade och anlända till Sverige med en och samma transport, förhållit sig högst olika hos olika mottagare. Hos den ene har en svårartad blad- och grentorka varit orsak till att större delen av partiet måste förkastas, hos den andre har ett begynnande bladfall inom kort upphört och drivningen slagit väl ut. Även om det icke alltid kunnat ledas i bevis, måste det anses sannolikt, att i de förra fallen en — låt vara omedvetet — olämplig behandling av azaleorna efter framkomsten varit en av anledningarna till det dåliga resultatet. Det torde emellertid vara otvivelaktigt, att blad- och grentorkan till vida övervägande grad är direkt eller indirekt betingad av de förhållanden under vilka transporten från odlingslandet och hit sker. Det kan därför vara skäl att något erinra om när och hur denna transport äger rum.

Huvudparten av de importerade azaleorna komma till Sverige under september—oktober. Frakten sker vanligen med båt från odlingslandet i

de flesta fall Belgien — till någon av de större svenska hamnarna och därifrån med järnväg och bil till mottagarna på olika orter inne i landet. Så gott som alltid försändas azaleorna utan krukor och förpackade många tillsammans i lådor eller flata, låga korgar. I lådorna, som i regel ha en storlek av ungefär 1×1,2×1 m., fästas azaleornas rotklumpar medelst trälister vid gavlarna, så att kronorna peka vinkelrätt in mot lådans mitt. Mellan krontopparna återstår i lådans mittparti ett smalt fritt rum, som antingen lämnas tomt eller fylles med träull. Som regel är en gallerförsedd glugg upptagen i ena långsidan för luftväxlingens skull, men ibland äro lådorna helt slutna. I korgarna äro de vanligen med oljat papper eller vanligt omslagspapper omvirade rotklumparna hårt packade i enkelt eller flera skiftesvisa lager med de var för sig hopbundna kronorna uppåt. Över alltsammans är spänt antingen säckväv enbart eller först ett lager (oljat eller vanligt) papper och därpå säckväv. Vid »vinterförpackning» ligga plantorna travade på varandra med rotklumparna utåt periferin och de hopbundna kronorna inåt centrum. Ovanpå är lagt rikligt med träull och korgen därpå som vanligt överspänd med papper och säckväv.

Dessa tämligen komplicerade förpackningssätt tillämpas i flera syften: att göra förpackningarna så litet skrymmande som möjligt, så lätta som möjligt (därför inga krukor; tullen betalas efter vikt!) samt att så långt möjligt förhindra uttorkning, frost och skadegörelser av mekanisk art. Tydligt är emellertid, att azaleorna samtidigt utsättas för en för de normala livsfunktionerna synnerligen ogynnsam miljö: ständigt mörker, dålig luftväxling, och en åtminstone i början mycket hög luftfuktighet. Det ogynnsamma i miljön förstärkes av att azaleorna vanligen tas in i förpackningarna direkt från de frilandsbäddar, där de under hela den föregående vegetationsperioden stått med god tillgång på ljus och luft, och i samband med upptagningen ur bäddarna fått vidkännas en mer eller mindre stark beskärning av rotsystemet. Därtill kommer under transportens gång, allt efter de yttre omständigheterna, möjligheten av en trots försiktighetsåtgärderna så småningom skeende uttorkning och risken för extremt låga eller (mindre sannolikt) höga temperaturer. Sannolikheten för att azaleorna skola påverkas i ogynnsam riktning blir givetvis större, ju längre transporterna dra ut på tiden. Med tanke på att frakten hit till Sverige normalt tar en tid av 1—2 veckor, under de senaste åren på grund av krigsförhållandena ofta 3—5 veckor, får det anses anmärkningsvärt, icke så mycket att skador uppkomma, som fastmer att azaleorna icke i högre grad lida av transporterna, än vad fallet är. Å ena sidan torde man få räkna med en allmän försvagning av azaleornas livsfunktioner och motståndskraft, en icke oväsentlig förutsättning för uppkomsten av sjukdomar överhuvudtaget och speciellt de parasitära. Då samtidigt miljön i transportförpackningarna kan förmodas erbjuda i flera avseenden synnerligen optimala betingelser för många parasitiska svampars och bak-

teriers utveckling, vore det ur dessa synpunkter föga förvånande om blad- och grentorkan befunnes vara resultatet av någon parasits angrepp. Å andra sidan känner man sedan gammalt, att vissa abiotiska, icke-levande, miljöfaktorer vid tillräckligt långvarig eller kraftig inverkan kunna rent fysiologiskt förorsaka bladfall hos många växter och bl. a. hos azaleor (se ex. PFEIFFER och där citerad litteratur). Blad- och grentorkan skulle följaktligen kunna tänkas uppkomma som en naturlig reaktion från azaleornas sida gentemot någon eller några av de abiotiska miljöfaktorer, som äro eller kunna bli rådande i transportförpackningarna.

Nu äro de med blad- och grentorkan förknippade symptomen i och för sig av så föga specifik natur, att de icke tillåta några omedelbara slutsatser om orsakerna. I det följande har därför hänsyn tagits till båda de ovan framlagda alternativen. Dels har undersökts i vad mån blad- och grentorkan kan anses vara parasitiskt betingad. Därvid har särskild vikt lagts vid *Pestalotia*-arternas roll, då dessa svampar isynnerhet förr tillmätts betydelse i sammanhanget. Dels har undersökts verkan av olika abiotiska faktorer och den uppkomma effekten jämförts med den som blad- och grentorka bekanta sjukdomsbilden. I samband därmed har även berörts frågan på vilket sätt behandlingen av azaleorna under tiden efter framkomsten till mottagaren befordrar uppkomsten av blad- och grentorkan.

IV. Kunna *Pestalotia*angrepp betraktas som orsak till blad- och grentorkan?

Det har redan nämnts, att det på de av blad- och grentorka lidande azaleorna icke är ovanligt, att bladen förete angrepp av *Pestalotia*arter. De av dessa svampar förorsakade mörka fläckarna (fig. 5) uppträda såväl på ännu kvarsittande som framförallt på avfallna blad. Även på avfallna blad, som från början icke företett några fläckar utvecklas efter överföring till »fuktig kammare» som regel inom kort sporhopar av olika *Pestalotia*arter. Inga andra svampar uppträda på tillnärmelsevis samma iögonenfallande sätt på de sjuka azaleorna, och detta förhållande i förening med de i äldre litteratur gängse uppgifterna om *Pestalotia*arterna som orsak till bladfall och andra skador hos ett flertal olika växter torde vara anledningen till att blad- och grentorkan tidigare uppfattats som en följd av *Pestalotia*angrepp. Redan en mera ingående granskning av de sjuka azaleorna (se avsnitt V) tillsammans med vad som i utländska försök framkommit rörande *Pestalotia*arternas patogenitet överhuvudtaget gör det visserligen föga sannolikt, att dessa svampar skulle ha någon mera betydelsefull roll i detta sammanhang. Med hänsyn till att en representant för släktet, *P. macrotricha*, officiellt utpekats som skadegörare av rang och arten medtagits bland de svampar, som enligt Kungl.

Fig. 5. *Pestalotia*fläckar på avfallna blad från en av blad- och grentorka skadad azalea (»Hexe»).

Lantbruksstyrelsens förteckning av den 3 april 1936 äro att betrakta som särskilt skadliga och vilkas förekomst medföra införselförbud för angripna växter (se växtskyddsanstaltens flygblad nr 33, 1937, supplement), har det emellertid ansetts av behovet påkallat att i detta sammanhang underkasta frågan om *Pestalotia*arternas roll i berörda avseende en särskilt ingående prövning. Denna del av undersökningarna rörande blad- och grentorkan har följaktligen kommit att få en i viss mån fristående karaktär och lägges här fram som ett avsnitt för sig.

1. *Tidigare undersökningar rörande Pestalotiaarters patogenitet gentemot Azalea och Rhododendron.*

Ifråga om *Pestalotia*arternas patogenitet gentemot azaleor (= de olika odlade formerna av »*Azalea indica*») torde icke finnas mer än en enda experimentell undersökning, nämligen den av KOTTHOFF (se nedan). De flesta undersökningar, man i detta sammanhang har att ta hänsyn till, gälla andra arter av släktet *Rhododendron* (dit *Azalea* plägar räknas som ett undersläkte): *Rh. catawbiense, Rh. maximum, Rh. ponticum* o. s. v., alltså arter, som man i dagligt tal innesluter i benämningen »rhododendron» (»alprosor»).

På *Rhododendron* (inkl. *Azalea*) påträffade svampar tillhörande släktet *Pestalotia* ha i allmänhet hänförts till någon av följande arter: *P. guepini* Desm. (ex. FLACHS, LANDGRAF, SCHMITZ, TENGWALL), *P. macrotricha* Kleb.

(Buchwald, Howart, & Chippindale, Servazzi, White m. fl.), *P. rhododendri* Guba (White m. fl.) och *P. versicolor* Speg. (Klebahn, Kotthoff). Enligt Guba skulle emellertid *P. guepini* vara utesluten i detta sammanhang och uppgifterna om denna art på *Rhododendron* bero på en felbestämning. Även riktigheten av de bestämningar, som gälla *P. versicolor* betvivlas av Guba, enligt vilken det i samtliga fall skulle vara fråga om *P. macrotricha* eller *P. rhododendri.*

Infektionsförsök med dessa och andra arter ha gjorts av ett flertal forskare i olika länder. Sålunda kom Schmitz (1920) till det resultatet att *P. guepini* (jfr Guba) var »parasitic in nature» gentemot vissa vid Nordamerikas östkust inhemska eller odlade *Rhododendron*arter. Infektionen utförde Schmitz så, att droppar av konidiesuspension i vatten placerades i på bladen fastkittade glasringar, vilka, täckta med en liten glasskiva, tjänstgjorde som »fuktiga kammare».

Tengwall (1924) konstaterade, att infektionsförsök med en av honom från *Rh. ponticum* »Pink Pearl» isolerad *P. guepini* (jfr Guba) »ergaben positive Resultate», dock utan att ange vare sig den närmare beskaffenheten av dessa resultat eller den för dessas ernående använda metodiken. Doyer kunde emellertid meddela att Tengwall arbetat med avskurna *Rhododendron*kvistar ställda i vatten. Bladen skadades genom upphettning på enstaka punkter och brännställena infekterades med en renkultur av svampen. De infekterade kvistarna ställde i den starkt fuktighetsmättade atmosfären under en glasklocka.

En mycket omfattande undersökning utfördes av Doyer (1925). Doyer arbetade med en metodik erinrande om Tengwalls och infektionen skedde på såväl osårade blad som på blad, skadade genom nålstick, glödande järn, kokande vatten och ånga. Efter sålunda på olika sätt varierade infektionsförsök med ett flertal *Pestalotia*arter av olika härstamning (även sådana, som isolerats från andra växter än *Rhododendron*) kom Doyer fram till slutsatsen att *Pestalotia*arterna »nicht als Parasiten des *Rhododendrons* betrachtet werden müssen».

Kotthoff (1930) arbetade med en från *Azalea* (Mme Petrick) isolerad *Pestalotia,* som av honom ansågs stå *P. versicolor* nära (jfr Guba). Infektionsförsök i växthus vid 18° C med såväl besprutning av hela plantor med konidiesuspension som ympning på enstaka blad, som sårats eller bränts på över- och undersida, hade ännu efter 3 månader icke lett till några angrepp av svampen. Samma negativa resultat erhölls vid infektion på avskurna kvistar, som 3 veckor höllos under glasklocka, eller på avplockade, oskadade blad i fuktig kammare.

En undersökning av White (1930) angående patogeniteten hos *P. macrotricha* och *P. rhododendri* på *Rh.* spp. gav klart negativa resultat vid infektion av rötter och äldre stammar, oavsett om infektionen föregåtts av me-

kaniska skador av olika slag eller ej och om svampen tillfördes som konidier eller som mycel. På nyskott erhölls lokala *Pestalotia*skador vid infektion med mycel direkt i sår, åstadkomna på mekanisk väg. Infektion i samband med ympning av förädlat material på vildstammar gåvo negativa resultat. Däremot angrep svampen bladen, om dessa före infektionen skadats genom nålstick, värme eller på annat sätt. Med utgångspunkt från de primära skadorna kunde svampen gå över till friska vävnader. Som generellt omdöme anser sig White kunna säga att *P. macrotricha* och *P. rhododendri* måste betraktas som svaga parasiter.

Howart & Chippindale avgåvo 1931 en redogörelse för en rad infektionsförsök med *P. macrotricha* isolerad från *Rh. ponticum* »Pink Pearl». På årsskott och äldre grenar infekterades skärsår i barken med mycel eller konidier; infektionsställena täcktes med fuktig bomull och stanniol. På liknande sätt infekterades även nyligen ympade plantor vid kontaktzonen mellan ymp och underlag. Bladinfektioner utfördes dels enligt det av Schmitz (se ovan) angivna förfarandet, dels så, att ännu vid moderväxten kvarsittande blad sänktes ned i provrör, i vilka bladspetsarna voro i ständig beröring med en konidiesuspension. Några verkligt parasitära angrepp erhöllos aldrig. Sina erfarenheter sammanfatta Howart & Chippindale på följande sätt »... *P. macrotricha* is parasitic only in the sense that it can infect and kill tissue, which is already in process of dying from some other cause; against healthy tissue the fungus is completely innocuous».

Slutligen har Servazzi (1936) i ett arbete, som jag tyvärr kunnat ta del av endast i referat, uppgivit att *P. macrotricha* vid infektionsförsök på *Rh. maximum* visat sig som svag parasit, i det den angrep bladen även utan föregående skada under förutsättning att infektionen skedde vid bladbasen. —

Om också resultaten av de ovan refererade undersökningarna formellt sett gå i olika riktningar, torde de i ett hänseende vara fullt entydiga: ifrågavarande *Pestalotia*arter kunna under inga omständigheter betraktas som några s v å r a parasiter på *Rhododendron*. Vidare lägger man märke till att, när svamparna överhuvudtaget gått till attack, närvaron av skadade eller dödade vävnader, i vilka svamparna kunnat börja sin utveckling på värdväxten, i flertalet fall angivits som nödvändig förutsättning härför. Detta gäller f. ö. icke endast *Pestalotia*arternas förhållande till *Rhododendron*; samma begränsade förmåga att angripa värdväxten har fastställts vid försök att med olika *Pestalotia*arter infektera *Phoenix, Camellia, Darlingtonia* m. fl. (beträffande litteraturhänvisningar se Guba)[1].

[1] Även om det icke uttryckligen omtalas, torde man f. ö. få räkna med en dylik primär skada av icke-parasitär natur också i de av Schmitz utförda försöken: fastkittandet av de »fuktiga kamrarna» på bladen kan knappast ha kunnat försiggå, utan att bladen i viss mån skadats därigenom. Endast beträffande Servazzis försök påpekas särskilt, att infektionen skedde utan föregående skada. Initialangreppens lokalisering uteslutande till bladbasen låter emellertid förmoda att svampen här begynt sin attack i de döda eller åtminstone mindre livskraftiga vävnaderna i den förutbildade avskiljningszonen.

Av speciellt intresse i detta sammanhang är att infektionerna, i den mån de givit positiva resultat, genomgående tyckas ha lett till skador av helt lokal karaktär, fläckar på bladen, smärre sår på stammarna o. s. v., medan något allmänt bladfall eller sjukdomsbilder av blad- och grentorkans karaktär ej i något fall omtalats som följd av svamparnas verksamhet.

2. *Undersökningar utförda vid växtskyddsanstalten.*

a. Förekomsten av Pestalotiaarter på sjuka och friska azaleor.

Som redan nämnts förekomma *Pestalotia*fläckar på bladen icke endast i samband med blad- och grentorka, utan även på f. ö. fullt friska azaleor iakttar man då och då enstaka blad med *Pestalotia*angrepp. Förekomst av *Pestalotia*svampar är alltså icke något specifikt för de sjuka azaleorna. Man kan under sådana förhållanden fråga sig om *Pestalotia*arterna äro normala konstituenter av den på azaleorna levande epifytmikrofloran och endast under vissa betingelser gå till attack mot underliggande vävnader, eller om de mera sporadiskt uppträda på azaleorna och då i egenskap av aktiva parasiter. Försök att få den frågan besvarad hade, redan innan jag övertog denna undersökning, påbörjats vid växtskyddsanstalten av assistent H. Ekstrand.

Försök 1. (Ass. H. Ekstrand 1934).

Metodik: Stycken av grenar och grövre rötter tvättades med en bomullstuss doppad i sprit och drogos hastigt 1 à 2 gånger genom låga. Med en mellan varje gång avflamberad sax avklipptes centimeterlånga bitar, som fingo falla direkt ner i rör med näragar. Av varje planta togos 2 à 3 stam- resp. rotbitar. I den frodiga flora av svampar och bakterier, som vanligen växte fram på substratet, voro *Pestalotia*arterna lätt urskiljbara tack vare sina typiska konidier.

Inalles undersöktes på detta sätt 119 azaleor, dels fullt friska, dels mer eller mindre svårt angripna av »blad- och grentorka» eller helt döda. *P.* spp. (ej artbestämda) kunde påvisas hos sammanlagt 73 av de 119 azaleorna, därav i 13 fall även på rötterna.

Bland de undersökta azaleorna voro 40 nyss inkomna från Belgien, samtliga fullt friska exemplar av sorterna Paul Schäme, Pink Pearl, Mme Petrick och Hexe (10 ex. av varje sort). *P.* spp. kunde påvisas på 23 av dessa, däribland på samtliga Hexe; i 19 fall växte *Pestalotia*mycelen ut enbart från stambitarna, i 4 fall från såväl stam- som rotbitar.

De döda azaleorna, inalles 16 st., gåvo i 11 fall *P.* spp., därav i 9 fall från såväl stam- som rotbitar.

Försök 2. (Ass. H. Ekstrand 1937).

Metodik: förs. 1. Undersökningsmaterial: till sticklingar avsedda nyskott av sorterna Mme Petrick, Paul Schäme och Pink Pearl.

Resultat: från 61 av 195 nyskott erhölls *P.* spp.

Med samma eller liknande metodik utförde jag själv flera försök att påvisa *Pestalotia*svamparna på *Azalea*. Resultaten bekräftade och kompletterade dem, som erhållits av Ekstrand: *P.* spp. uppträder allmänt på äldre och yngre stamdelar — dock i lägre frekvens på mycket unga nyskott — samt på grövre rötter och detta i c k e e n d a s t p å s j u k a o c h d ö d a v ä x t d e l a r u t a n ä v e n p å d e o s k a d a d e d e l a r n a a v f. ö. s j u k a a z a l e o r o c h p å f u l l t f r i s k a a z a l e o r. — Ett försök att med en efter förhållandena modifierad teknik påvisa ev. *Pestalotia*svampar i de finare rötternas (mykorrhizornas) mikroflora gav negativt resultat.

Försök 3.

Försöksmaterial: frön av »*Azalea indica*» från Ernst Benary, Erfurt.

a) 100 frön, uppfångade direkt ur förpackningen med en steril nål, såddes på agar. 58 frön visade sig vara infekterade med diverse bakterier och svampar, därav 6 frön med *Pestalotia* spp.

b) 375 med klorkalk (Wilson 1915) 1 timme betade frön lades på näragar. 19 frön visade sig infekterade med svampar och bakterier; i två fall *Pestalotia* sp.

Försök 4.

Med steril pincett avplockade, slumpvis utvalda, fullt friska och oskadade blad av Paul Schäme (pincetten avflamberad mellan varje blad) lades i fuktiga kammare (= petriskålar med fuktade filtrerpapper, alltsammans i förväg steriliserat):

a. direkt

b. sedan bladkanten på en punkt försiktigt bränts i en spritlåga.

c. sedan en liten del av bladet krossats genom nypning med grov, steril pincett.

Av varje kategori 10 à 12 blad.

Efter 10 dagar vid rumstemperatur antecknades följande resultat:

a. Bladen fortfarande friskt gröna, inga skador iakttagbara. (Fig. 6 a).

b. Partiell svartfärgning av bladen med början vid de brända fläckarna. De svarta partierna genomdragna av svamphyfer. Sporsamlingar av *Pestalotia* sp. på de brända fläckarna. (Fig. 6 b).

c. Partiell svartfärgning av bladen med början i krossfläckarna. De svartfärgade partierna genomdragna av svamphyfer. I de flesta fall sporsamlingar av *Pestalotia* sp. på krossfläckarna. (Fig. 6 c).

Försök 5.

Försöket anordnat på samma sätt som försök 4 men med blad av följande azaleasorter: Mme Petrick, Paul Schäme, Pink Pearl, Vervaeneana rosea, Hexe, Professor Wolters, »Apollo» (enligt etiketten, men sannolikt ej denna sort).

Fig. 6. Avplockade azaleablad, förvarade 10 dagar i fuktig kammare vid rumstemperatur (förs. 4). a. Oskadade blad, b. och c. spontana *Pestalotia*infektioner efter primära skador genom hetta (b) och krossning (c).

Försöket resulterade i svartfärgning och hyfinvasion i bladvävnaderna som i försök 4 hos samtliga sorter. Även en del av de från början oskadade bladen visade samma symtom; svartfärgningen utgick i dessa fall från nedre delen av bladskaftet. *Pestalotia*sporhopar på flertalet svartfärgade blad.

Försök. 6.

Medelst kollodiumavdrag (Wenzl 1939) undersöktes epifytfloran på friska, oskadade blad av friska azaleor från växtskyddsanstaltens växthus. Den genomgående mycket rika svampfloran bestod av såväl ogrodda konidier som (mestadels) groddmycel. Flertalet konidier voro hyalina, runda eller ovala, 1—2-rummiga, ej närmare bestämbara; mycket vanliga voro också konidier av *Cladosporium*typ. Av *Pestalotia* upptäcktes inga ogrodda konidier, däremot kunde en del av groddmycelen identifieras som *Pestalotia*-mycel, tack vare att ursprungskonidierna i viss mån bibehållit färg och form. Endast ett fåtal blad undersöktes:

Professor Wolters, fyra blad: *Pestalotia*mycel ej sällsynta.
Vervaeneana rosea, fyra blad: *Pestalotia*mycel enstaka.
Mme Petrick, ett blad: inga med säkerhet till *Pestalotia* bestämbara mycel.

Försöken 4—6 bekräfta ytterligare *Pestalotia*svamparnas vanlighet på azaleorna. Av särskilt intresse äro försöken 4 och 5, där de spontant inträffande infektionerna på samtliga de skadade bladen måste anses tyda på att varje azaleablad från början varit infekterat av *Pestalotia*svampar. Med hänsyn till att de azaleor, från vilka bladen i dessa fall hämtats, representera ett slumpmässigt urval ur ett från olika håll och vid flera olika tillfällen hopbragt sortiment, kan man förmoda, att denna allmänna förekomst av *Pestalotia* spp. på bladen icke är något specialfall utan gäller azaleor överhuvudtaget. (Om försöken 4 och 5 se även s. 28). Försök 6 talar för att *Pestalotia*-svamparna på de friska bladen ej uppträda i form av konidier utan som epifytiskt levande, mer eller mindre utvecklade mycel.

b. Identifieringen av de från Azalea isolerade Pestalotiaarterna.

De från blad och grenar av *Azalea* isolerade *Pestalotiae* äro med ett enda undantag femcelliga och tillhöra alltså sektionen *Quinqueloculatae* Kleb. Enligt Guba, som monografiskt behandlat denna sektion av släktet *Pestalotia*, förekommer på *Rhododendron* (inkl. *Azalea*) endast *P. macrotricha* Kleb. och *P. rhododendri* (D. Sacc.) Guba (den senare ursprungligen benämnd *P. versicolor* Speg. var. *rhododendri* D. Sacc. men av Guba upphöjd egen art; skillnaderna mellan *P. versicolor* och *P. rhododendri* förefalla emellertid ytterst minimala.) En mindre del av mitt material har också med ledning av konidiernas storlek, långsmala spolform och den tämligen ensartade färgen hos de tre mittcellerna (fig. 7) kunnat bestämmas till *P. macrotricha*. Huvudparten av de *Pestalotiae* jag iakttagit på *Azalea* utgöres emellertid av former med konidier, som äro något kortare och bredare än hos *P. macrotricha*, spol- eller klubbformade, ofta något krökta, de två övre mitt-

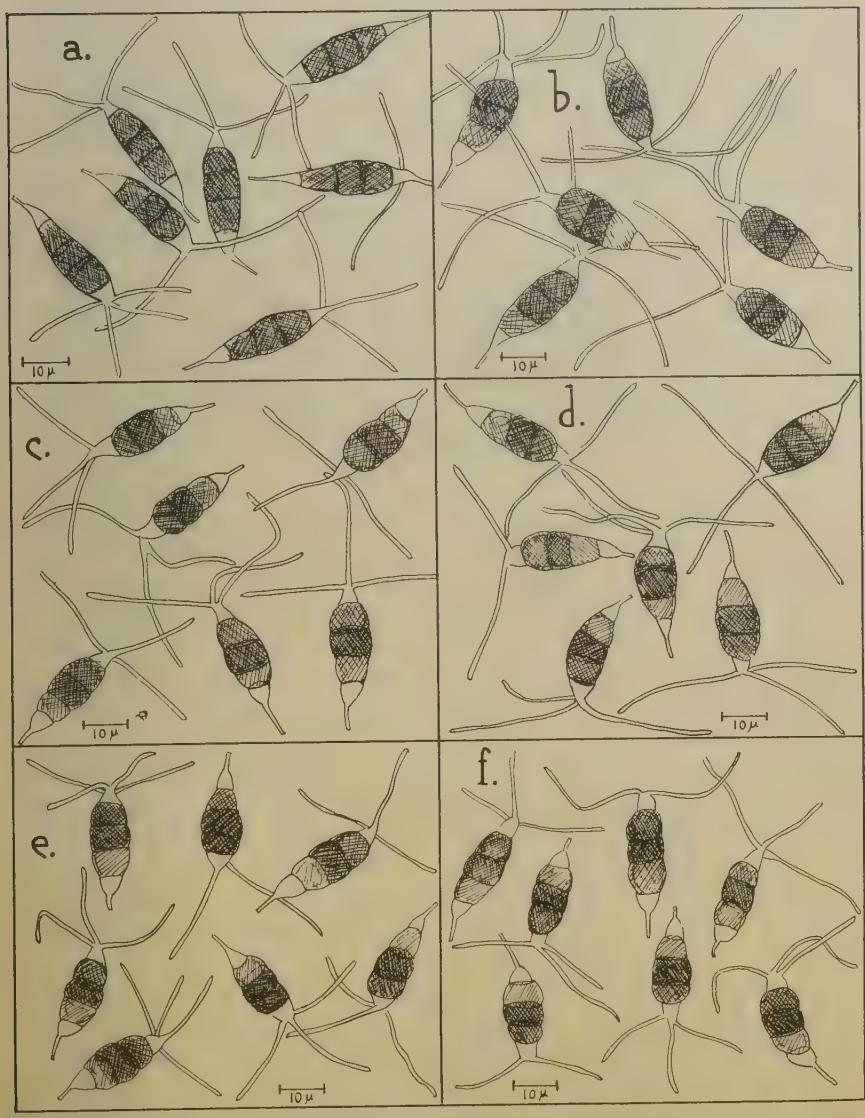


Fig. 7. Konidier av från azaleor isolerade *Pestalotia*arter. a. *P. macrotricha*, b—f. *Pestalotiae* av *rhododendri*typ.

cellerna tydligt mörkare brunfärgade än den nedre, och med (2 -) 3—4 borst. De närma sig alltså till typen *rhododendri*konidier men avvika vad måtten beträffa mer eller mindre starkt från de för denna art uppgivna. De kunna å andra sidan heller icke sättas i bestämd relation till någon annan av

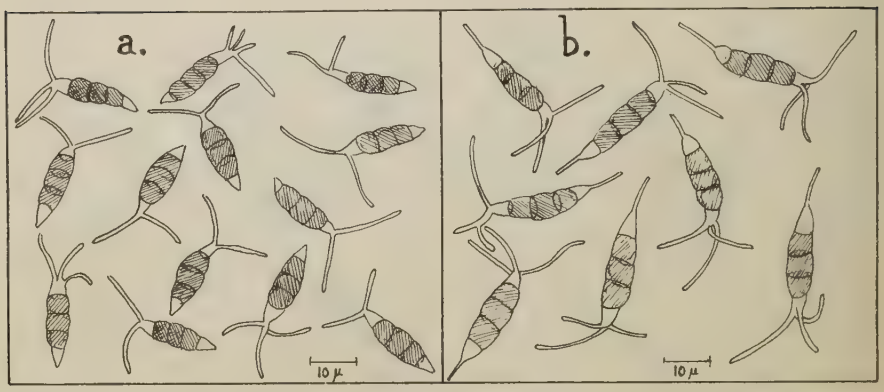


Fig. 8. Konidier av från azaleafrön isolerade *Pestalotia*arter a. *P. guepini*, b. *P.* cfr *vermiformis*.

de i Gubas monografi upptagna arterna (med undantag av *P. versicolor*). Till en del kan detta kanske förklaras av att Guba grundat sin revision av sektionen enbart på dött herbariematerial medan mina bestämningsförsök av naturliga skäl mestadels kommit att gälla svamparna i kultur på konstlade substrat. Det förefaller mig emellertid också som om de vedertagna eller av Guba uppdragna, huvudsakligen på konidiemått och värdväxtens systematiska ställning grundade artgränserna ofta blivit onödigt snäva och ej lämna tillräckligt utrymme för den naturliga variationen, som torde vara större än vad Guba antagit. Sålunda påpekar Kotthoff, att den av honom från *Azalea*-blad isolerade »*P. versicolor*» företedde avsevärd variation i borstens längd alltefter substratets beskaffenhet (på steriliserade *Azalea*blad 18—37 μ, på potatis 9—24 μ, på plommonagar 9—31 μ). Även konidiernas färg växlade med substratet. Själv har jag beträffande nedannämnda *Pestalotia* 5016 och *P. guepini* gjort iakttagelser av liknande art, till vilka jag hoppas få återkomma i annat sammanhang. Utan ett mera ingående studium på levande material av en större grupp arter måste emellertid kritiken här stanna vid blotta förmodanden. I avvaktan på en grundligare utredning av artbegreppet inom släktet eller sektionen anser jag det dock vara berättigat att tala om en »*rhododendri*grupp» (skulle med samma eller större rätt kunna kallas »*versicolor*grupp») bland de på *Azalea* förekommande *Pestalotiae*, varmed då skulle åsyftas de *P.*, som ha konidier till form och färg närmast av *rhododendri*typ men med en vad måtten beträffar större variationsbredd än den för *P. rhododendri* uppgivna. Nedanstående tabell, där måtten för några av de i mitt försöksmaterial ingående representanterna för denna grupp anföras, ger i förening med fig. 7 b—f en uppfattning om gränserna, inom vilka variationen rör sig. Uppgifterna hänföra sig till mätningar på som

Tabell 1. *Konidiemått för några Pestalotiae av »rhododendrigruppen».*

Nr eller namn	Längd	Största bredd	De tre mittcellernas sammanlagda längd	Antal borst	Borstens längd	Skaftets längd
P. 34	23—27	7—10	16—21	(2—)3--4	24—43	4—8
P. 79	22—28	8—9	15—18	3—4	18—32	2—8
P. 19	21—26	7—9	13—18	2—3	14—32	4—8
P. 5015	20—26	6—8	13—18	2—3	16—25	2—10
P. 5016	19—25	6—9	13—17	2—3	11—24	1—6
P. versicolor (enl. GUBA)	22—26.5	7.8—8.8	15—17.7	3 (—4)	17.7—26.5	4—7
P. rhododendri (enl. GUBA)	21—27	8—10	16.5—18.7	(2—) 3	17—35	4—6.5

regel ett fyrtiotal, slumpvis utvalda konidier ur från enkonidiemycel härstammande kulturer på maltagar (2,5 % maltextrakt »Vitrum», 1,5 % agar). Som jämförelse ha medtagits måtten för *P. versicolor* och *P. rhododendri* (efter GUBA). Alla mått i *µ*.

Från *Azalea*frön har jag isolerat tvenne arter (försök 3, s. 18) båda tillhörande sektionen *Quinqueloculatae*. Den ena av dessa arter (fig. 8 a) är otvivelaktigt *P. guepini* Desm. Den andra (fig. 8 b) överensstämmer närmast med beskrivning och figurer av *P. vermiformis* Massee. *P. guepini* har ju tidigare — men enligt GUBA på grund av felbestämning — uppgivits förekomma på *Azalea* medan *P. vermiformis*, så vitt bekant, hittills endast iakttagits på *Eugenia* sp. från Queensland. Huruvida förekomsten på *Azalea*fröna härleder sig från en infektion redan i moderväxtens kapslar eller om det endast varit fråga om tillfälligt vidhäftande konidier får lämnas därhän.

Till sektionen *Quadriloculatae* Kleb. (fyrcelliga konidier) hör en karakteristisk *Pestalotia*typ, som jag vid ett enda tillfälle erhållit och då från en frisk, oskadad gren av *Azalea* (Mme Petrick). Arten tycks icke vara identisk med någon tidigare känd, varför en beskrivning av densamma som ny art torde vara berättigad. En sådan beskrivning kommer eventuellt att lämnas i annat sammanhang; här får arten tills vidare passera under sitt dagboksnummer *P.* 53 med hänvisning till fig. 9 och följande ungefärliga data: konidiernas längd ca 19 *µ*, största bredd ca 8 *µ*, de båda mittcellernas sammanlagda längd ca 13 *µ*, borstens längd 13—24 *µ*, skaft 0 (tidigt avfallande), mittcellernas färg mörkt brun.

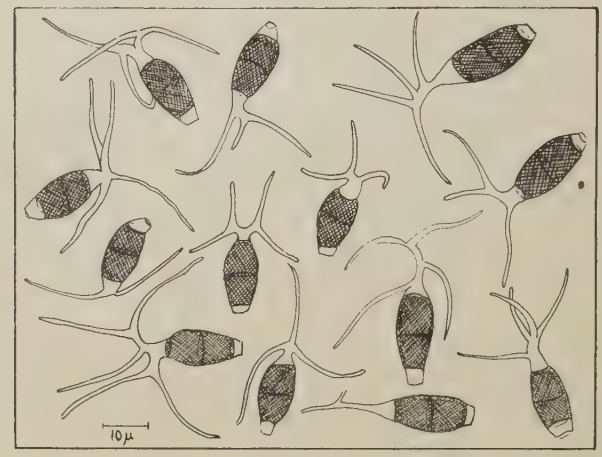


Fig. 9. *Pestalotia* sp. (*P.* 53) från azalea.

c. Infektionsförsök.

Försök 7. (Försöket planlagt och igångsatt av dr C. Hammarlund och assistent H. Ekstrand.)

Sticklingar av azaleor (Mme Petrick, Paul Schäme och Pink Pearl) sattes i:

A. vanlig trädgårdsjord, autoklavsteriliserad.
B. » » , obehandlad.
C. ljungjord, autoklavsteriliserad.
D. » , obehandlad.

Var och en av grupperna A—D bestod av tre undergrupper:

a. sticklingarna infekterade genom att ett mindre stycke av en agarkultur anbringades direkt på snittytan.

b. jorden omkring sticklingarna infekterades genom bevattning med en konidiesuspension.

c. kontroll, ej infekterad.

I varje undergrupp voro de tre azaleasorterna representerade med lika många exemplar. Totala antalet sticklingar per undergrupp var i A 15, B 9, C 6 och D 9.

Försöket utfördes i tvenne serier: I infekterad med *P.* 5015 och II infekterad med *P.* 5016 (båda svamparna tillhörande »*rhododendrigruppen*»).

Försöket började i juni 1937, överlämnades i juli 1938 till mig och avslutades då omedelbart.

Som framgår av vidstående tabell hade under försöksperioden åtskilliga plantor dött, flertalet synbarligen på ett tämligen tidigt stadium.

Enstaka plantor ha dött även i kontrollserierna. På de icke-steriliserade jordarna ha infektionerna ej haft någon märkbar effekt, på de steriliserade jordarna visa däremot med ett undantag (I A b) de infekterade a- och b-serierna högre dödlighet än motsvarande kontrollserier. Infektion direkt på

Tabell 2. *Infektionsförsök med två Pestalotiaarter.*

		A			B			C			D			A+C			B+D		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
I	Hela antalet plantor	15	15	15	9	9	9	6	6	6	9	9	9	21	21	21	18	18	18
	Antal döda plantor.....	9	2	3	0	0	1	4	2	0	1	0	0	13	4	3	1	0	1
	Procent döda plantor.....	60	13	20	0	0	11	67	33	0	11	0	0	62	19	14	6	0	6
II	Hela antalet plantor	15	15	15	9	9	9	6	6	6	9	9	9	21	21	21	18	18	18
	Antalet döda plantor	6	5	1	0	2	0	3	4	1	0	1	1	9	9	2	0	3	1
	Procent döda plantor	40	33	7	0	22	0	50	67	17	0	11	11	43	43	10	0	17	6

sticklingen har därvid i I haft den kraftigaste effekten, i II föreligger ingen markerad skillnad mellan infektionssätten.

Samtliga döda plantor visade samma symptom: bladen hade vissnat och fallit av, stammen hade torkat och veden antagit mer eller mindre mörkt brun färg. Huruvida hyfer förekommo i de döda vävnaderna undersöktes ej. Att den högre dödligheten på de steriliserade jordarna (A och C) får direkt eller indirekt tillskrivas *Pestalotia*svamparnas verksamhet torde emellertid vara ganska uppenbart. Vad som här är av största intresse är dock att under naturliga förhållanden, d. v. s. på obehandlad jord, (B och D) infektion med dessa svampar icke haft någon effekt.

Mellan A-, B-, C- och D-grupperna förelågo, oberoende av infektionerna, utpräglade skillnader ifråga om de överlevande plantornas storlek, skottantal, bladfärg, rotsystemets utveckling, mykorrhizabildningens intensitet etc., skillnader som, ehuru i och för sig icke utan intresse, här måste förbigås.

Försök 8.

Fullt friska och felfria azaleor av sorterna Mme Petrick, Paul Schäme och Pink Pearl (inköpta som 2-årsplantor från Belgien på våren, utställda i krukorna på skuggig plats utomhus över sommaren, sedan intagna i Växtskyddsanstaltens växthus[1]) infekterades med fyra *Pestalotia*arter, nämligen *P.* 79 *(rhododendri*-typ), *P.* 53, *P.* 2 a *(P.* cfr *vermiformis)* och *P.* 2 b *(P. guepini).* Infektionen utfördes så, att täta suspensioner av konidier i sterilt vatten strökos på bladen medels platinaögla. På varje azalea infekterades:

a) blad, som skadats genom vikning.
b) » » » » ristning med nål.
c) oskadade blad.

[1] Där icke annat anmärkts har för samtliga i fortsättningen beskrivna försök använts azaleor av samma härkomst och förbehandling.

I varje grupp a—c infekterades ett tiotal blad. Hela försöket omfattade 30 azaleor: 24 infekterade, 6 icke infekterade (kontroller). Samtliga stodo fritt i växthus, en serie (A) tämligen svalt (ca 12° C) en serie (B) varmt (ca 20° C). Luftfuktigheten var hela tiden hög, isynnerhet i B-serien.

Azaleorna höllos under observation i flera månader framåt utan att minsta tendens till onormalt bladfall, ännu mindre någon grentorka kunde iakttagas. Däremot visade en del av bladen ganska snart smärre, rundade eller oregelbundet formade, svarta eller mörkbruna fläckar, som vid mikroskopisk undersökning befunnos genomdragna av svampmycel och möjligen voro resultatet av *Pestalotia*angrepp. Förekomsten av dylika fläckar inom de olika försöksleden framgår av nedanstående tabell, där frekvensen angivits uppskattningsvis med siffrorna 0, 1, 2 och 3. 3 betyder kraftigaste angrepp med flera fläckar på samtliga infekterade blad, 0 inga fläckar (0—1 = någon enstaka fläck på ett eller två blad).

Tabell 3. *Infektionsförsök med Pestalotia spp.*

*Azalea*sort		Mme Petrick					Paul Schämc					Pink Pearl				
*Pestalotia*art		*P.*79	*P.*53	*P.*2a	*P.*2b	K	*P.*79	*P.*53	*P.*2a	*P.*2b	K	*P.*79	*P.*53	*P.*2a	*P.*2b	K
A	a	2	1	0	1	0—1	0	0	1	0—1	0	0	0	0	0	0
	b	3	2	0—1	0—1	0—1	2	0	2	2	0—1	0	0	0	0—1	0
	c	0—1	0—1	0	0	0	0	0—1	0—1	0	0	0	0	0	0	0
B	a	0	0	0	0	0	0	0—1	0	0—1	2	0	1	0	0	0
	b	0	2	0—1	0	1	0—1	1	3	2	1	3	3	2	2	2
	c	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0

Det har ju av försöken 1—6 framgått att svampar tillhörande släktet *Pestalotia* äro ytterst vanliga icke endast på sjuka utan även på friska azaleor. När här och i övriga infektionsförsök konidiesuspensioner eller annat infektionsmaterial anbringas på azaleorna innebär detta alltså med största sannolikhet icke tillkomsten av någon egentligen ny faktor utan endast en ökning av infektionsmöjligheterna utöver vad som redan från början förefanns. Det ligger därför intet överraskande i att även kontrollerna visa en om också obetydlig och till de vid försökets början på mekanisk väg skadade bladen inskränkt förekomst av *Pestalotia*fläckar. De avsevärt ökade infektionsmöjligheterna på de med konidiesuspension bestrukna bladen ta sig — framför allt hos Paul Schäme — uttryck i en större frekvens fläckar på dessa blad. Man bör emellertid observera, att de o s k a d a d e bladen endast undantagsvis företedde några *Pestalotia*angrepp; undantagen utgjordes genomgående av längst ned på grenarna sittande, äldre och mindre livs-

kraftiga blad. F. ö. förekommo fläckarna rikligast på de ristade bladen (b) och utgingo därvid liksom på de genom vikning skadade bladen (a) oftast från de vid ristningen resp. vikningen uppkomna såren. Försöket ger alltså ett stöd åt uppfattningen att *Pestalotia*arterna icke angripa azaleorna annat än när vävnaderna äro skadade eller ha nedsatt livskraft.

Sin maximala omfattning nådde angreppen redan 1–2 veckor efter infektionen resp. sårandet av bladen och fläckarna tilltogo därefter icke märkbart vare sig i omfång eller antal. Angreppen hade alltså en rent lokal karaktär utan betydelse för växtens trivsel eller utseende.

Några mera framträdande skillnader i infektionskraft mellan de fyra *Pestalotia*arterna förelåg som synes icke. Beträffande temperaturens betydelse för svamparnas angrepp ger försöket ingen klar bild; det tydliga utslaget till förmån för den högre temperaturen (B), som för samtliga svampar erhölls med Pink Pearl som infektionsobjekt, motsäges av ett omvänt förhållande ifråga om Mme Petrick, medan angreppsbilden på Paul Schäme är praktiskt taget densamma i A- och B-serierna. Att döma av den vegetativa utvecklingen på konstgjorda substrat finnes eljest anledning antaga, att åtminstone beträffande *P.* 79 den högre temperaturen skulle erbjudit de mest optimala betingelserna. I ett speciellt försök över sambandet mellan temperatur och tillväxthastighet hos *P.* 79 och *P. macrotricha* (*P.* 11) visade sig nämligen, att maximal tillväxthastighet icke uppnåtts ännu vid 23° C (maltextraktagar, försökstid 8 dagar). Båda dessa svampar kunna alltså betecknas som förhållandevis termofila.

Försök 9.

Azaleor av sorterna Mme Petrick, Paul Schäme och Pink Pearl infekterades med *Pestalotia macrotricha* (*P.* 11). Svampen tillfördes i form av en stark konidiesuspension i vatten, som medelst en pipett droppades på blad och stamdelar. De infekterade grenarna liksom motsvarande kontroller inneslötos i »fuktiga kammare» bestående av vida provrör, som med mynningen nedåt fästes vid käppar; mynningen tillslöts med tätt packad bomull. På varje azalea inneslöts på detta sätt 6 ungefär likstora grenar, nämligen 2 infekterade med blad och grenar oskadade (a och b), 2 infekterade, där bladen ristats med en nål och barken på grenarna här och där skavts av med en vass kniv (c och d) samt 2 kontroller med oskadade (e) resp. som ovan skadade blad och grenar (f). På samtliga för infektion avsedda grenar hade alla blomknoppar tagits bort. Azaleorna ställdes fritt i växthus vid c:a 15° C. Halva antalet (B) vattnades icke under tiden närmast före och efter infektionen, f. ö. behandlades azaleorna på vanligt sätt. Provrören togos bort efter 14 dagar.

Lika litet som i föregående försök resulterade infektionen i något bladfall eller grentorka utan endast i lokala angrepp, kännetecknande av små svarta, mycelgenomdragna fläckar på bladen. Nedanstående tabell ger en uppfattning om dessa fläckars förekomst inom de olika försöksleden (beträffande siffrornas betydelse se försök 8).

Tabell 4. *Infektionsförsök med Pestalotia macrotricha.*

	Mme Petrick		Paul Schäme		Pink Pearl	
	A	B	A	B	A	B
a	0	0	0	0	0	0
b	0	0	0	0	0	0
c	1	0	2	2	2	1
d	2	2	2	2	2	0
e	0	0	0	0	0	0
f	0	0	0—1	0	0	0

Infektionen ledde till resultat endast på de blad, som avsiktligt skadats. Fläckarna voro jämförelsevis få och förekommo endast på ett mindre antal av de infekterade bladen. På grenarna förelågo inga som helst angrepp vare sig på de oskadade eller de sårade delarna. Man söker också förgäves efter någon för svampen gynnsam inverkan av den torkperiod, som B-plantorna fingo genomgå och som syftade till en allmän nedsättning av livsfunktionerna; försökssiffrorna antyda då förr en motsatt effekt. —

I anslutning härtill förtjänar försöken 4 och 5 att ännu en gång uppmärksammas, även om där infektionerna icke avsiktligt framkallades utan utgingo från de på bladen spontant som epifyter förekommande *Pestalotiae*. I båda dessa försök angrepos på kort tid de blad, där så att säga marken förberetts för svamparna genom att mindre delar av bladvävnaderna dödats. Där sådana för svampen lämpliga inkörsportar saknades, uteblev infektionerna antingen helt (försök 4; jfr. de negativa resultaten av Kotthoffs försök att infektera på liknande sätt i fuktig kammare förvarade, avplockade, friska azaleablad!) eller uppträdde endast på en del blad (försök 5). I de senare fallen utgingo infektionerna från nedre delen av bladskaftet, d. v. s. från det sår, som oundgängligen uppstår där, när bladet plockas av. Som en konsekvens av de för svamparna gynnsamma miljöbetingelserna — jämn och riklig tillgång på fuktighet, bladen på grund av den avbrutna förbindelsen med moderväxten stadda i långsamt avdöende — blevo angreppen i dessa försök betydligt starkare än i försöken 8 och 9; i övrigt få alla fyra försöken med avseende på *Pestalotia*svamparnas förmåga att angripa azaleabladen anses ha utfallit på ett fullt entydigt sätt.

Försök 10.

En azalea av sorten Paul Schäme (äldre ex., hade under sommaren stått i kruka på skuggig plats utomhus, sedan i växtskyddsanstaltens växthus) infekterades genom att hela bladverket medelst en finfördelande spruta grundligt duschades med en tät konidiesuspension (i destillerat vatten) av *P. macrotricha* (samma

stam som i försök 9). Före infektionen hade ett större antal blad skadats genom ristning med en nål. En annan azalea av samma sort och i alla hänseenden jämförbar behandlades på liknande sätt men duschades med sterilt destillerat vatten. Azaleorna ställdes under var sin stora glasklocka i mörkrum vid en temperatur av 18—22° C. Glasklockorna slöto ej fullständigt tätt mot underlaget, varför en viss luftväxling torde ha kunnat äga rum, samtidigt som luftfuktigheten hölls vid maximum. Försöket avbröts efter 3 veckor.

Försöket är ju egentligen endast en något varierad upprepning av försök 9. Genom att plantorna fingo stå i mörker anslöto sig emellertid försöksbetingelserna mera till de förhållanden, som råda under transporten. Någon stegrad angreppstendens från svampens sida kunde dock icke förmärkas. När försöket avbröts föreföllo azaleorna vara i mycket gott stånd, nyskotten voro visserligen något blekta och etiolerade, men de äldre bladen hade i det närmaste behållit sin normala, mörkgröna färg. Alla stamdelar voro fullständigt oskadade. Bladfallet var synnerligen obetydligt. Från den infekterade azalean föllo efter skakning 6 blad, därav 2 av de med nål ristade, som visade större bruna fläckar av *Pestalotia*typ, 3 blad utan avsiktliga mekaniska skador, men med bladskaften mörkfärgade och svampangripna och 1 till utseendet friskt och oskadat. En större *Pestalotia*fläck noterades även på ett av de kvarsittande ristade bladen. Från kontrollplantan föllo vid skakning 8 blad, därav 3 med *Pestalotia*fläckar, 4 med mörkfärgade, svampangripna bladskaft och 1 till utseendet friskt; ett av de kvarsittande, ristade bladen visade en större fläck av *Pestalotia*typ. De båda försöksplantorna förhöllo sig alltså praktiskt taget på samma sätt och någon effekt av infektionen kunde icke märkas. Efter försökets slut återfördes azaleorna till växthuset och höllos under observation under någon tid framåt; något ytterligare bladfall utöver vad som kunde anses normalt förekom därunder icke.

3. *Slutsatser.*

Vid försök att med *Pestalotia* spp. infektera azaleasticklingar via de underjordiska delarna erhölls under naturliga förhållanden, d. v. s. då sticklingarna satts i icke-steriliserad jord, ingen märkbar effekt av infektionerna. I autoklavsteriliserad jord dogo däremot omkring hälften av de infekterade sticklingarna, sannolikt till följd av svamparnas angrepp. På olika sätt varierade försök med infektion av azaleornas ovanjordiska delar gåvo positivt resultat endast ifråga om bladen och blott när dessa skadats på mekanisk väg eller befunno sig i ett tillstånd av nedsatt livskraft (äldre, basalt på grenarna sittande blad). De därvid uppkomna skadorna voro dock, oavsett vilken av *Pestalotia*arterna det gällde, av strängt lokal natur och fingo icke ens under för svamparnas vegetativa utveckling mycket gynnsamma förhållanden (»fuktiga kammare») någon större omfattning. I dessa hänseenden avge de vid växtskyddsanstalten utförda försöken och de tidigare utländska ett fullt en-

stämmigt vittnesbörd. Vad som med tanke på denna undersöknings syftemål är av största vikt är vidare, att *Pestalotia*angreppen ej i något fall givit upphov till bladfall och ännu mindre till någon mera utpräglad skadegörelse av typen blad- och grentorka. Teorien om *Pestalotia*arter som orsak till blad- och grentorkan på Azalea har alltså ej fått något som helst experimentellt stöd. De fullt entydiga resultaten av infektionsförsöken, de överensstämmande erfarenheterna från jämförbara utländska försök och det faktum, att *Pestalotia*arter av olika slag äro synnerligen vanliga icke endast på sjuka utan även på fullt friska azaleor, tala för, att ifrågavarande svampar under normala förhållanden leva som sapro- och epifyter på azaleorna utan att på något menligt sätt påverka dessa. Endast under vissa förutsättningar få *Pestalotia*arterna tillfällen att visa en tendens till parasitism, som dock är svag och icke leder till några svårare konsekvenser för värdväxten. Om *Pestalotia*arterna bli särskilt framträdande på av blad- och grentorka lidande azaleor, beror det icke på att de förorsakat sjukdomen utan på att den rikliga förekomsten av döda och döende växtdelar skapat gynnsamma förutsättningar för svamparnas utveckling.

V. Är blad- och grentorkan överhuvudtaget förorsakad av parasitangrepp?

Frågan om *Pestalotia*arternas förhållanden till azaleorna är ju här endast en del av den större frågan, om det överhuvudtaget finns någon anledning att anta blad- och grentorkan vara förorsakad av parasiter.[1]) Att miljön under transporten av azaleorna förefaller att erbjuda optimala betingelser för parasitangrepp påpekades redan i avsnitt III. Själva den yttre symtombilden utesluter heller icke, att blad- och grentorkan skulle vara parasitärt betingad, även om å andra sidan intet direkt talar härför. Förutsatt att man icke behöver räkna med något virus som sjukdomsalstrare — vartill det ifråga om en sjukdom av denna akuta typ knappast finns någon anledning — kräver emellertid ett jakande svar på den uppställda frågan ytterligare, att parasiter kunna påvisas regelbundet förekomma i någon del av de sjuka azaleorna och att dessa parasiter därvid uppträda på sådant sätt, att de kunna antagas spela någon patogen roll i sammanhanget. I syfte att fastställa hur därmed förhåller sig har ett stort antal azaleor företeende olika stadier av blad- och grentorka ingående granskats med mikroskopets hjälp.

[1] Angrepp av skadedjur kunna anses a priori uteslutna som orsaker. Varken bladen eller andra delar av de sjuka azaleorna visa i normala fall några som helst tecken på att animala skadegörare varit i verksamhet.

De olika delarna av undersökningsobjekten snittades för hand eller i frysmikrotom och granskades under mikroskopet dels direkt, dels efter färgning, (vanligen med anilinblått löst i laktofenol, »lactic blue»).

Infektioner i rotsystem och stamdelar. Den mikroskopiska undersökningen har klart och tydligt visat att basala, från jordsmitta härrörande infektioner äro uteslutna som orsaker till blad- och grentorkan. Rotsystem, stammar och grövre grenar ha praktiskt taget alltid varit fria från parasitangrepp. Undantagsvis uppträdande perifera hyfinfektioner i de nedre delarna av stammen måste på grund av sin ringa omfattning och sporadiska förekomst anses betydelselösa i detta sammanhang. F. ö. är det redan a priori ytterst osannolikt, att orsaken skulle vara svampangrepp av ifrågavarande typ, då dylika bruka leda till samtidiga vissnesymptom i hela eller en bestämt avgränsad del av kronan, alltså en sjukdomsbild av helt annan art än blad- och grentorkan (»vissnesjuka»).

I de övre delarna av kronan ha de grenar, där bladfallet varit inget eller obetydligt och som alltså fortfarande varit vid liv, utan undantag befunnits helt fria från infektioner i de inre vävnaderna. Detsamma gäller i viss utsträckning även grenar, som äro helt bladfria, och hos vilka en begynnande brunfärgning av veden tyder på att de kommit mer eller mindre långt in i stadiet av »grentorka». Däremot förekomma svamphyfer på såväl friska som sjuka grenar allmänt i de vid den sekundära tjocklekstillväxten hoppressade och döda primärvävnaderna (»barken»). Synbarligen är det här fråga om en svampflora av rent sapro- och epifytisk karaktär. Att *Pestalotia*mycel utgöra en synnerligen framträdande anpart av denna epifytflora förefaller sannolikt med hänsyn till erfarenheterna från försöken 1 och 2 (s. 17). Andra iakttagelser under dessa försök liksom också beskaffenheten av det svampludd, som ibland kan iakttagas kring knoppar och grentoppar på azaleorna, när dessa tas upp ur sina förpackningar eller någon tid förvarats i »fuktig kammare», tyder på att även *Fusarium-*, *Botrytis-* och *Penicillium*arter spela en icke oväsentlig roll i den på azaleagrenarna levande svampfloran.

I grenar, som någon tid varit döda, är det emellertid regel, att ved och märg i större eller mindre utsträckning äro genomdragna av hyfer. I de flesta fall börja dessa hyfinvasioner i grentopparna och fortskrida därifrån nedåt. Fig. 10 återger hyfförekomsterna i ett fall, som kan betraktas som typiskt. Den övre av de på figuren avbildade grenarna, som förlorat alla blad men till större delen fortfarande är vid liv (obs. nyskotten!), är infekterad närmast toppen, medan den näst översta grenen, fullständigt kal och att döma av vedens brunfärgning död, är helt utan hyfinfektioner. De längst ned sittande — och sannolikt först bladfria — grenarna äro starkt infekterade, och hyffrekvensen avtar i riktning nedåt.

Att bladfallet icke kan ha förorsakats av dessa svampinfektioner framgår ju redan av att hyferna vandra in först sedan grenarna blivit helt kala.

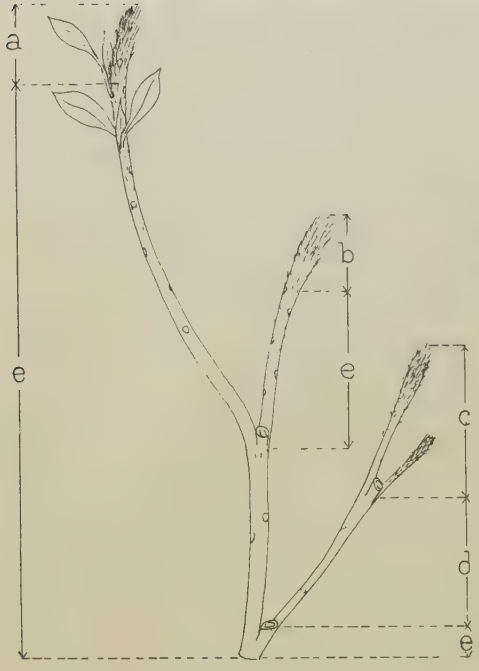


Fig. 10. Förekomst av svamphyfer i en azaleagren med blad- och grentorka. Samtliga blad ha fallit av men på grenen längst till vänster ha två små nyskott vuxit fram. a. Vävnaderna döda, alltigenom brunfärgade, hyfer ej sällsynta i märgen. b. Vävnaderna döda, alltigenom brunfärgade, inga hyfer iakttagna. c. Vävnader döda, alltigenom brunfärgade, hyfer vanliga i märgen. d. Vävnaderna döda, alltigenom brunfärgade, enstaka hyfer. e. Vävnaderna friska och av normalt utseende, inga hyfer iakttagna.

Infektionernas fortskridande från grentopparna och nedåt, alltså i motsatt riktning mot bladfallet, är ett ytterligare belägg för samma sak. Förekomsten av döda grenar utan spår av infektioner utesluter också tanken på att grentorkan skulle vara en följd av svamparnas verksamhet. Till yttermera visso har jag utfört ett infektionsförsök med två ur döda, hyfinvaderade grenar isolerade svampar, nämligen en *Botrytis »cinerea»* och en *Fusarium* av *solani*typ.

Försök 11.

Metodiken = den i försök 9 (sid. 27) använda.

En obetydlig utveckling av mycel omkring en del av de infekterade grentopparna upphörde, när de fuktiga kamrarna tagits bort. En del smärre svarta fläckar på bladen, som även uppträdde i kontrollerna, hade åtminstone delvis förorsakats av spontana *Pestalotia*infektioner och medförde i vilket fall som helst ingen skadegörelse av betydelse. Ved och märg i de infekterade grenarna visade sig vid mikroskopisk undersökning fullt friska och oskadade och hyfer kunde ej i något fall påvisas i det inre av grenarna. —

Ingendera svampen hade alltså visat någon tendens att parasitiskt angripa friska azaleor, och av allt att döma tillhöra båda, liksom *Pestalotia*arterna, den vanliga epifytmikrofloran och kunna först efter det grenarna dött tränga in i dessas inre delar. Försök 11 gav sålunda endast ett ytterligare stöd för vad man kan sluta sig till av iakttagelserna på de spontant infekterade azaleorna: hyfinvasionerna i de döda grenarna förorsakas av sekundärt invandrande svampar utan betydelse för uppkomsten av blad- och grentorkan. Däremot är det givetvis icke uteslutet, snarare sannolikt, att dylika sekundärt invandrande svampar med utgångspunkt från de döda vävnaderna kunna till en viss grad parasitiskt angripa angränsande friska vävnader och sålunda förvärra en av andra anledningar uppkommen primärskada.

Infektioner i bladen. *Pestalotia*arternas betydelselöshet som parasiter på azaleorna torde vara tillräckligt dokumenterad genom det i avsnitt IV framlagda. I den mån deras förmodade roll som orsak till blad- och grentorkan skulle ha berott på angreppen direkt på bladen ger emellertid redan en mikroskopisk undersökning rörande förekomst och lokalisering av eventuella parasiter i bladen tillräcklig anledning att betvivla såväl *Pestalotia*arternas som andra parasiters betydelse i detta sammanhang. Avfallna blad, även de till en början skenbart oskadade, bli visserligen mycket snart helt eller delvis genomvävda av mycel, varvid särskilt bladskaftets bas tycks tjäna som utgångspunkt för svamparnas angrepp. Det befinnes emellertid att i sådana blad, som av sin plats på grenen att döma skulle vara närmast i tur att falla, eller som falla av vid lättare beröring, skiljevävnaderna i bladskaftet med få undantag hunnit utbildas utan att några parasiter av vad slag det vara månde kunna påvisas vara sig i själva avskiljningszonen eller i bladets övriga delar. Med andra ord, den mekanism som ombesörjer bladets avskiljande, kan i dessa fall icke ha utlösts av någon parasitär verksamhet vare sig i bladet — eller, med hänsyn till de ovan framlagda erfarenheterna, — annorstädes i växten. Undantagen, då ifrågavarande, ännu kvarsittande blad buro fläckar förorsakade av *Pestalotia* spp. eller ev. andra svampar eller i enstaka fall företedde hyfinfektioner just i avskiljningszonen, voro så förhållandevis få, att de icke kunna tillmätas någon betydelse för bladfallet i stort.

Granskningen av de sjuka azaleorna gav alltså till resultat, att inga mikroskopiskt påvisbara parasiter eller främmande organismer överhuvudtaget uppträdde vare sig så regelbundet eller så lokaliserade i samband med blad- och grentorkan, att de kunde misstänkas vara sjukdomens orsak. Det finns under sådana förhållanden knappast någon anledning att anta blad- och grentorkan vara parasitärt betingad, och vi skola i stället övergå till att undersöka de abiotiska, icke-levande, miljöfaktorernas betydelse för uppkomsten av bladfall och grentorka hos azaleorna.

VI. Abiotiska faktorer som orsak till blad- och grentorkan.

I det följande har undersökts azaleornas reaktioner mot i första hand de miljöfaktor av abiotisk art, som enligt erfarenhet kunna framkalla starka och förtidiga bladfall hos olika växter och som äro eller kunna bli särskilt framträdande under transporten av azaleorna från odlingslandet eller efter framkomsten. Ytterligare har genom på olika sätt varierade »transportförsök», varunder azaleorna utsatts för så långt möjligt samma yttre villkor som under den verkliga transporten, betingelserna för uppkomsten av blad- och

grentorka fixerats inom vissa gränser. Dessa transportförsök ha i sin tur föranlett ett antal försök i mindre skala för en närmare precisering av blad- och grentorkans orsaker.

1. *Torka.*

Försök 12.

Azaleor av sorterna Mme Petrick, Paul Schäme och Pink Pearl fingo genomgå en längre torkperiod, under vilken vattning icke ägde rum. Azaleorna stodo i krukor i växthus vid ca 12° C.

Efter 21 dagar (räknat från dagen för sista vattningen) var jorden mycket torr och hos Paul Schäme och Pink Pearl hängde bladen slappa eller voro till en del redan torra och missfärgade. Mme Petrick var mindre påverkad och visade i det närmaste normal turgor.

Samtliga fingo en grundlig genomvattning i det rotklumparna (utan krukor) under 1 dygn stodo nedsänkta i vatten. Därefter ånyo inkrukning och i fortsättningen vattning på vanligt sätt vid behov.

Hos Mme Petrick återtogo flertalet blad normal turgor och endast ett ganska måttligt bladfall ägde rum. Hos de övriga och särskilt hos Pearl Schäme kastades ett stort antal blad av under loppet av de första dagarna, och ytterligare många hängde kvar torra och spröda och lossnade lätt vid beröring. De fällda eller kvarsittande, döda bladen företedde grå, nekrotiska fläckar (Pink Pearl) eller voro helt gråbruna med små rundade, svarta nekrotiska fläckar (Paul Schäme). Paul Schäme förlorade uppskattningsvis hälften av den ursprungliga bladmassan, Pink Pearl gott och väl fjärdedelen. Helt kala eller torra grenar noterades icke i något fall.

Försök 13.

Försöket innebar en upprepning av föregående men utfördes vid högre temperatur, ca 20° C. Dessutom hade här medtagits två äldre (5- à 6-åriga) azaleor av sorterna Professor Wolters och Schruyveriana.

De viktigaste iakttagelserna från försöket ha lagts fram nedan i tabellform. Med försökets början avses dagen för sista vattningen före torkperioden. I bladfallet inräknas såväl de spontant fällda som de först efter beröring lossnande bladen.

När ovanstående liksom de följande försöken utfördes, kände jag ännu icke till Molischs undersökningar över olika fysiologiska faktorers inverkan på bladfallet. Molisch utförde emellertid redan 1886 försök rörande bl. a. det av vattenbrist förorsakade bladfallet och använde därvid som försöksobjekt jämte andra växter också *Azalea indica*. Mina här framlagda erfarenheter visa god överensstämmelse med Molischs.

Till följd av den högre temperaturen och det därmed sammanhängande livligare vattenavgivandet i försök 13 inställde sig i detta försök de första torksymptomen betydligt tidigare än i försök 12. För övrigt få de båda försöken anses ha utfallit på praktiskt taget samma sätt. Vattenbristen medförde, som naturligt var, hos samtliga sorter ett mer eller mindre starkt viss-

Antal dagar efter försökets början	Mme Petrick	Paul Schäme	Pink Pearl	Prof. Wolters	Schruyveriana
6	Bladen något slappa.	Bladen slappt nedhängande.	Bladen något slappa.	Till synes opåverkad.	Till synes opåverkad.
9	Bladen allmänt slappa.	Starka vissningssymptom.	Bladen slappt nedhängande.	Bladen något slappa.	Bladen något slappa.
10	Rotklumparna nedsänkta i vatten under 24 timmar; i fortsättningen vattning på vanligt sätt vid behov.			—	—
17	Bladfallet har varit måttligt.	Bladfallet har varit mycket starkt. Avfallna blad missfärgade som i förs. 12.	Bladfallet har varit tämligen mått ligt. Avfallna blad missfärgade som i försök 12.	Vissningssymptom mycket stark. Rotklumparna nedsänkta i vatten under 24 timmar; i fortsättning vattning på vanligt sätt vid behov.	
22	—	—	—	Bladfallet har varit tämligen starkt. Avfallna blad i färgen ljusare än friska och med små svarta nekrotiska fläckar.	Bladfallet har varit måttligt. Avfallna blad slappa med inrullade kanter och enstaka nekrotiska fläckar, f. ö. föga förändrade.

nande, så att bladen till slut hängde slappa eller t. o. m. började bli torra och spröda, men ledde icke omedelbart till någon nämnvärd fällning av bladen. Först då torkperioden avbröts med en grundlig genomvattning började ett plötsligt bladfall. Enligt MOLISCH skulle detta bero på att de bladavskiljande vävnaderna visserligen anläggas, så snart vattenbristen överskridit en viss gräns, men att de icke kunna träda i funktion, förrän de ånyo blivit turgescenta. I första hand fälldes de äldre bladen, medan de yngre, längre upp på grenarna sittande bladen återtogo sitt normala utseende; helt kala grenar uppkommo icke i något fall. Bladfallets omfattning torde dock huvudsakligen vara en tidsfråga; om torkperioden utsträckts tillräckligt långt, hade bladfallet säkerligen blivit totalt.(I MOLISCHS motsvarande försök fälldes samtliga blad.) Den snabbaste och starkaste reaktionen mot vattenbristen visade i båda försöken Paul Schäme, medan Mme Petrick reagerade anmärkningsvärt trögt (jfr även nästa försök). — Utom ifråga om bladfallet hade torkperioden tydliga efterverkningar i form av torra blomknoppar, förskjutning av blomningstiden, minskad blomstorlek o. s. v., företeelser som, i och för sig av intresse, här måste förbigås. —

Det av torkan framkallade bladfallet visade så till vida överensstämmelse med det som förekommer vid blad- och grentorka, att det i första hand är

de nedre bladen som falla. F. ö. förefinnas emellertid tydliga olikheter: det allmänna vissnande, som föregår det av torka framkallade bladfallet, dettas kortvarighet och plötsliga uppträdande först vid den efter torkperioden följande vattningen liksom också beskaffenheten av de avfallande bladen ge en lätt igenkännlig sjukdomsbild av helt annat slag än blad- och grentorkans. Skador av det slag försöken ge exempel på förutsätta också en grad av uttorkning, som förhållandevis sällan föreligger i azaleaförpackningarna vid ankomsten hit, medan å andra sidan typisk blad- och grentorka ofta uppträder i förpackningar med fullt tillfredsställande fuktighet. Det är alltså av flera anledningar uteslutet att uttorkning skulle vara någon faktor av betydelse för uppkomsten av blad- och grentorka.

2. *Övermått av väta i jorden.*

Försök 14.

Försöksobjekt: azaleor av sorterna Mme Petrick, Paul Schäme och Pink Pearl (1 ex. av varje sort).

Hålet i krukornas botten tillslöts med en kork. Vattning varje dag. Till följd av den hindrade avrinningen och den rikliga vattentillförseln hölls jorden ständigt mycket blöt och stod tidtals helt under vatten. Växthus ca 12° C.

De viktigaste iakttagelserna från försöket äro sammanförda i nedanstående översikt. (se även fig. 11).

Antal dagar efter försökets början	Mme Petrick	Paul Schäme	Pink Pearl
21	Intet anmärkningsvärt.	Något bladfall.	Starkt bladfall; bladen till stor del gula med svarta nekrotiska fläckar.
27	Intet anmärkningsvärt	Starkt bladfall.	Fortsatt starkt bladfall.
42	En del äldre blad ha ljusnat något i färgen; f. ö. intet anmärkningsvärt.	Fortsatt bladfall. Korken i krukans botten togs bort; i fortsättningen vattning på vanligt sätt vid behov.	
76	Obetydligt bladfall (Fig. 11, nr 4)	Fortsatt bladfall. Många grenar helt bladfria. Blommor och blomknoppar ha fallit bort. (Fig. 11, nr 5).	Symptom = Paul Schäme men ännu starkare. (Fig. 11, nr 6).
104	Intet ytterligare bladfall har ägt rum. Alla blad ha friskt grön färg. Kraftig nyskottsbildning. Blomningen som fortgått normalt, nu slut. (Observera att avrinningen hela tiden varit hindrad och jorden starkt blöt!) Svavelväteartad lukt vid omröring av jorden.	Död sedan någon tid tillbaka. Veden genomgående brunfärgad. Vid stambasen svamphyfer i de perifera delarna av veden.	Död sedan någon tid tillbaka. Veden genomgående brunfärgad. Inga hyfer påvisbara i stammen.

Fig. 11. Azaleor skadade genom övermått av väta i jorden. 4. »Mme Petrick», 5. »Paul Schäme», 6. »Pink Pearl».

Den ständiga vätan i jorden åstadkom hos Paul Schäme och Pink Pearl närmast ett starkt bladfall, som började med de nedre bladen och successivt fortsatte uppåt till dess först enstaka grenar, senare hela kronan blivit fullständigt kal. På ett senare stadium inträdde en »grentorka» med brunfärgning av veden, som så småningom ledde till hela växtens död. En sannolikt sekundär invandring av hyfer i de yttre delarna av veden vid stambasen iakttogs hos Paul Schäme. De avfallande bladen voro något slappa men f. ö. tämligen oförändrade eller som hos Pink Pearl i viss utsträckning gulnande och försedda med nekrotiska fläckar.

Anmärkningsvärt nog påverkades Mme Petrick-azalean under samma eller t. o. m. skärpta betingelser icke i nämnvärd grad. Så när som på ett obetydligt och övergående bladfall förlöpte dess utveckling fullt normalt, trots att rotsystemet praktiskt taget stod under vatten oavbrutet i mer än 3 månader. Tillfälligheter kunna ju ha spelat in, men med tanke på att samma sort reagerade mycket trögt även mot torka (försöken 12 och 13) och mot lindrigare frost (försök 15) är det ju icke osannolikt, att sorten har en högre grad av motståndskraft mot en del ogynnsamma ytterbetingelser än de övriga försöksobjekten. —

Den vid detta försök framkallade sjukdomsbilden erinrar i många avseenden slående om kraftig blad- och grentorka. Därmed vare dock icke sagt att vi här fått möjlighet till en generell förklaring av blad- och grentorkans uppkomst. En så pass lång period av väta, som synbarligen krävs för att ett rikligare bladfall skall komma igång, är knappast tänkbar annat än rent undantagsvis vid uppenbar misskötsel och kan i varje fall absolut icke tänkas föreligga under den tid azaleorna ligga förpackade för transport.

Däremot är det kanske icke osannolikt, att trots olika primärorsaker den slutliga fysiologiska bakgrunden till bladfallet och grenverkets därpå följande av-

döende är av liknande art vid dessa »försumpningsskador» och vid blad- och grentorka i inskränkt bemärkelse. Molisch såg i sina motsvarande försöksresultat följden av en trots den rikliga vattentillgången försiggående uttorkning av växten, beroende på att de av vätan orsakade förruttnelseprocesserna och syrbildningen i humusen så småningom döda rötterna. Häremot kan invändas, att bladfallets långsamma förlopp och de avfallande bladens utseende icke tyder på vattenbrist (jfr försöken 12 och 13). Sannolikare förefaller mig att fråga är om en eller annan form av förgiftning genom substanser, som rötterna antingen uppta ur den mikrobiologiskt starkt förändrade jorden (en förklaring, som även Molisch är inne på) eller själva bilda under rådande abnorma betingelser (Jfr Lundegårdh s. 378—379 och där cit. litt.)

3. *Låga temperaturer.*

Även om förpackningarna erbjuda ett i regel tillfredsställande skydd mot direkta frostskador måste man räkna med att azaleorna under transporten åtminstone kortvarigt kunna bli utsatta för olämpligt låga temperaturer. För att närmare undersöka den effekt ett kortvarigt utsättande för temperaturer strax över, vid och under 0°-punkten har på azaleorna, anordnades följande försök.

Försök 15.

Försöksobjekt: 4-åriga azaleor av sorterna Mme Petrick, Paul Schäme och Pink Pearl. Azaleorna hade under sommarmånaderna stått i krukorna på skuggig plats utomhus och från slutet av september till försökets början förvarats svalt (ca 12°) i växthus. Den 16 oktober flyttades ett antal azaleor (två av varje sort per försöksled) över i kylkammare. Begynnelsetemperaturen i dessa var + 10°, kylmaskinerna sattes i gång samtidigt med azaleornas överflyttning klockan 16 och stängdes av påföljande dag klockan 9, varefter temperaturen fick långsamt stiga till dess azaleorna klockan 16 (alltså efter 24 timmar, undantag försöksled E, se nedan) återfördes till växthuset. Temperaturvariationerna registrerades på termogram, som i schematiserad form återges i fig. 12. I försöksled E, som behandlades en dag senare än de övriga, utsattes azaleorna under 39 timmar för temperaturer under 0°, därav 24 timmar vid — 4°.

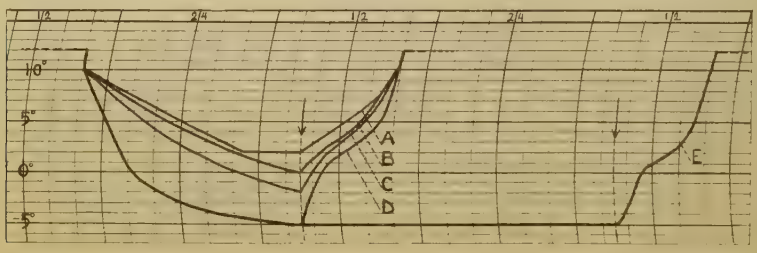


Fig. 12. Termogram från förs. 15, schematiserade. Förklaring i texten.

De viktigaste iakttagelserna från försöket återfinnes i nedanstående sammanställning:

Datum	A Min. temp. + 2°	B Min. temp. ± 0°	C Min. temp. — 2°	D Min. temp. — 4°	E Min. temp. — 4° (24 tim. vid — 4°, 39 tim. vid temp. under 0°)
$^{16}/_{10}$ —$^{19}/_{10}$	Köldbehandling $^{16}/_{10}$—$^{17}/_{10}$				Köldbehandliug $^{17}/_{10}$—$^{19}/_{10}$
$^{18}/_{10}$ ($^{20}/_{10}$)	Azaleorna till synes opåverkade			Många blad bruna, »vattendränkta»	
$^{2}/_{11}$	Till synes opåverkade		*Mme Petrick:* till synes opåverkad. *Paul Schäme:* äldre blad gulnande med svarta fläckar, måttligt bladfall. *Pink Pearl:* många blad gulnande, obetydligt bladfall.	Alla äldre blad torra och mörkbruna, flertalet ännu kvarsittande men lätt avfallande vid beröring.	Flertalet blad torra och mörkbruna, starkt bladfall.
$^{28}/_{12}$	Samtliga azaleor sattes till drivning.				
$^{21}/_{1}$	*Mme Petrick* och *Paul Schäme* nu i full blomning, *Pink Pearl* med något svällda knoppar. Samtliga till synes helt opåverkade av köldbehandlingen.		Ifråga om blomningen = A och B; frånsett det tidigare skedda bladfallet till synes opåverkade av köldbehandlingen.	Endast de närmast under blomknopparna sittande bladen kvar, övriga avfallna. Blomningen senare än i A—C och utslagna blommor något mindre än normalt. *Mme Petrick* och *Paul Schäme:* Inga blomknoppar skadade. *Pink Pearl:* en del torra blomknoppar.	Ungefär = D, men blomningen ännu mer försenad (inga blommor ännu utslagna).

Av termogrammen fig. 12 framgår att temperaturförändringarna hade ett ganska »mjukt» förlopp och att azaleorna endast en jämförelsevis kort tid voro utsatta för de lägsta temperaturerna (undantag försöksled E).

I försöksleden D och E. uppträdde typiska frostskador, som visserligen ledde till ett ej obetydligt bladfall men som ej kunna förväxlas med blad- och grentorka. De frusna bladen började antingen genast efter upptinandet att skrumpna eller fingo först ett »vattendränkt» utseende för att sedan bli torra, glanslösa och mer eller mindre mörkt bruna. De föllo delvis av ome-

delbart efter upptinandet men sutto oftare kvar en tid och lossnade först efter beröring eller skakning. Det var i första hand de äldre bladen, som föllo offer för kölden. Vid drivningen befanns också att D- och isynnerhet E-leden voro märkbart senare i blomningen än de övriga och att blommorna voro mindre än normalt.

Försöksled C företedde inga frostskador i egentlig bemärkelse, men hos Paul Schäme och Pink Pearl (icke hos Mme Petrick; jfr diskussionen av försöksresultaten i försök 14!) visade sig ett småningom framträdande gulnande av framför allt de äldre bladen samt något bladfall, som dock aldrig fick större omfattning. Ifråga om blomningen syntes ingen inverkan av nedkylningen.

A- och B-azaleorna voro till synes alldeles opåverkade. —

Försök 16.

Försöksobjekt: 4 azaleor av sorten Paul Schäme.

Kylkamrarna voro i detta försök i förväg inställda på resp. + 5°, ± 0° och — 2° C och azaleorna flyttades stegvis från högre till lägre temperaturer och omvänt enligt nedanstående översikt, som också anger tiden för uppehållen vid de olika temperaturerna. I växthuset var temperaturen såväl före som efter köldbehandlingen ca 14° C.

Försöksled	+ 5°	± 0°	— 2°	+ 5°
A	4 tim.	16 tim.	—	6 tim.
B	4 »	40 »	—	6 »
C	4 »	16 »	6 tim.	6 »
D	4 »	16 »	30 »	6 »

A och B blevo alltså utsatta för en minimitemperatur av ± 0° under resp. 16 och 40 timmar, C och D för temperaturer under 0° i 32 resp. 46 timmar, därav för en minimitemperatur av — 2° under resp. 6 och 30 timmar.

C och D förhöllo sig på likartat sätt som försöksleden D och E i föregående försök (försök 15) och uppvisade typiska frostskador. De skadade blad, som icke föllo omedelbart efter återkomsten till växthuset, hängde efter någon dag torra och mörkbruna och kunde massvis avlägsnas genom skakning. Riktigast var bladfallet hos D-azalean, som ju också längst varit utsatt för kölden, men även här voro de yngsta bladen oskadade och helt kala grenar förekommo icke.

A och B föreföllo omedelbart efter återkomsten till växthuset alldeles oberörda av köldbehandlingen, men efter någon vecka visade det sig, att liksom i försöksled C, försök 15, åtskilliga av de äldre bladen börjat gulna med oregelbundna, brunsvarta fläckar och zoneringar i det gula. De gulnade

bladen föllo så småningom av. Gulnandet började hos B tidigare och var mera allmänt än hos A. B uppvisade även ett rikligare bladfall än A, men bladfallet var hos bägge betydligt svagare än hos C och D.

Beträffande köldens inverkan på blomknopparna och tiden för blomningen gjordes inga iakttagelser. —

Försöken 15 och 16 ha alltså bekräftat den kända erfarenheten, att hos azaleorna rikliga bladfall kunna uppkomma som följd av frostskador, men också visat, att bladfallets förlopp och utseendet hos de avfallande bladen är så helt annorlunda, att förfrysning kan anses utesluten som orsak till blad- och grentorka av här åsyftad typ.

Den lindrigare form av köldskada, som i försöken iakttogs hos azaleor av sorterna Paul Schäme och Pink Pearl efter 16—40 timmars behandling vid 0° eller kortvarig sänkning av temperaturen till — 2°, får närmast betecknas som ett slags köldkloros. Riskerna för att en dylik köldkloros skall uppkomma torde vara betydligt större än för uppkomsten av egentliga frostskador, och säkerligen är en tids sänkning av temperaturen i förpackningarna till området omkring 0°-punkten i många fall en bidragande orsak till bladfällningen hos azaleorna efter framkomsten. Däremot kan blad- och grentorkan icke helt förklaras som en köldskada, bl. a. av den grund att den uppträder även när låga temperaturer bevisligen äro uteslutna.

4. *Ljusbrist.*

Fullständig avstängning från ljus leder för de flesta bladbärande växters vidkommande mycket snart till att bladen kastas av. Många växter med läderartade blad och svag transpiration reagera emellertid ganska trögt mot ljusbrist. Sålunda omnämner Molisch, att vissa växter av denna kategori och bl. a. azaleor vid ett för studier över ljusbristens inverkan på bladfällningen anordnat försök kunde förvaras närmare 3 månader i en mörk kast innan huvudparten av bladen fallit. Att även en förhållandevis lång tid av fullständigt mörker i och för sig icke märkbart påverkar azaleor framgår bl. a. av försök 10 (s. 28), där såväl den infekterade azalean som kontrollen under tre veckor förvarades helt avstängda från ljus utan något nämnvärt bladfall. Flera av de i det följande beskrivna försöken peka i samma riktning. Följaktligen torde man endast vid osedvanligt långvariga transporter behöva räkna med ett av ljusbristen direkt förorsakat bladfall och som generell förklaring till uppkomsten av blad- och grentorka är ljusbristen icke tillfyllest. (Att däremot bristen på ljus i n d i r e k t är en faktor av betydelse för uppkomsten av blad- och grentorka diskuteras närmare i det följande.)

I detta sammanhang kan emellertid följande försök vara förtjänt av uppmärksamhet.

Försök 17.

Försöksmaterial: 100 ex. Paul Schäme, 2-åriga, för ändamålet importerade från Belgien. Azaleorna, som vid ankomsten till växtskyddsanstalten (första dagarna av oktober) voro i mycket gott skick, planterades omedelbart i krukor och ställdes efter grundlig genomvattning svalt (10—12° C) i växthus, 50 st. (A) på vanligt sätt på borden, 50 st. (B) under borden. B-gruppen blev genom sin placering utsatt för en stark beskuggning; mätningar av ljusstyrkan gåvo vid handen att B-gruppen erhöll i genomsnitt endast 2 à 3 % av det ljus, som stod till A-gruppens förfogande. Dessutom var temperaturen under borden något lägre (i medeltal 1° C) och luftfuktigheten några procent högre än ovanför borden. Förutom erforderlig vattning, som skedde samtidigt för båda grupperna, vidtogos under den följande tiden inga särskilda åtgärder.

Den 4 december flyttades samtliga azaleor för drivning över till en varmare växthusavdelning, där ljus-, värme- och fuktighetsförhållanden voro desamma för båda grupperna.

Redan vid den granskning, som företogs i samband med överflyttningen till den varmare växthusavdelningen, kunde en tydlig skillnad mellan A- och B-grupperna fastställas, nämligen ifråga om bladfallet. Medan A-gruppen fällt endast en obetydlig mängd blad hade bladfallet i B-gruppen varit synnerligen starkt och lett till en tydlig utglesning av bladverket. Detta starkare bladfall upphörde först någon tid efter det drivningen börjat och samtliga azaleor fått tillgång till fullt dagsljus. I fortsättningen var bladfallet i båda grupperna normalt, d. v. s. jämförelsevis obetydligt.

En annan mera markerad skillnad mellan A- och B-grupperna framträdde ifråga om drivningshastigheten. A-gruppens azaleor stodo i full blom den 8 januari, d. v. s. efter ungefär en månads drivning. I B-gruppen hade vid samma tid ännu inga blomknoppar slagit ut, begynnande blomning kunde antecknas först den 22 januari, och sin höjdpunkt nådde B-azaleornas blomning icke förrän efter ytterligare någon vecka. Drivningen av B-gruppens azaleor krävde alltså närmare tre veckor längre tid än A-gruppens.

Den avgörande faktorn bakom de båda gruppernas olika sätt att reagera måste tydligen ha varit den olika tillgången på ljus under de två månaderna före drivningen. Skillnaderna ifråga om temperatur och luftfuktighet över och under borden voro nämligen så obetydliga, att de saklöst kunna förbigås, och i övrigt hade båda grupperna hela tiden behandlats på fullständigt samma sätt. De 2 à 3 % av det i och för sig svaga dagsljuset under oktober—november, som kom B-gruppen till del, kan fysiologiskt sett för azaleorna ha varit föga mera värt än fullständigt mörker. Placeringen under borden har alltså för B-gruppens vidkommande inneburit, att den avstängning från ljus, som började med att azaleorna packades in före avsändandet från Belgien, förlängts med ytterligare två månader. B-gruppen hade med andra ord fått vidkännas en praktiskt taget oavbruten mörkläggningsperiod av 2½, kanske 3 månader. Därmed har den övre gränsen för vad även de i detta

hänseende tåliga azaleorna kunna uthärda passerats och bladfall och allmän utvecklingshämning blivit en naturlig reaktion mot ljusbristen. —

Försök 18.

Vid en upprepning av ovan beskrivna försök påföljande år kom B-gruppen av ett förbiseende att ställas i närheten av några värmeledningsrör och blev därigenom utsatt för en avsevärt högre temperatur än A-gruppen. Detta hindrade icke, att även i detta försök bladfallet i B-gruppen var betydligt starkare än i A-gruppen, vilket får anses som en bekräftelse på att ljusbristen var den avgörande faktorn för bladfallets uppkomst. Däremot kom A-gruppen denna gång senare i blom än B-gruppen. Att ordningen i fråga om drivningshastigheten sålunda blev en annan är dock mindre förvånande, då B-gruppen genom sin placering intill värmeledningsrörelsen utsattes för en oavsiktlig drivning redan från och med försökets början och därmed erhöll ett försprång jämfört med A-gruppen, vilket mer än uppvägde den hämning av blomknopparnas utveckling, som ljusbristen kan ha medfört. —

För den oinvigde kan planläggningen av försöken 17 och 18 förefalla omotiverad. Försöken ha emellertid utförts med särskild hänsyn till i praktiken rådande förhållanden. Det är nämligen ingalunda sällsynt att azaleorna efter uppackningen för utrymmes vinnande liksom i de båda ovan beskrivna försöken ställas just under växthusborden och få där förbli fram till tiden för drivningens början. Att detta icke sker utan risk för en kvalitativ försämring av azaleorna och en försenad drivning torde framgå av det ovan anförda, och frågan är, om vi icke här ha en av de viktigaste anledningarna till de många fall av blad- och grentorka, som uppkomma efter det azaleorna anlänt till mottagaren. Visserligen uppnåddes i försöken aldrig stadiet av fullständigt kala och torra grenar, men gränserna mellan ett måttligare bladfall och en utpräglad blad- och grentorka äro ju flytande och graden av skadegörelse torde till icke ringa del även vara beroende på i vad mån azaleorna påverkats under själva transporten. En liknande utlösning eller fortsättning av det under transporten förberedda eller påbörjade bladfallet kan även väntas uppkomma genom att azaleorna under i övrigt godtagbara förhållanden trängas mycket tätt ihop, så att nederdelen av kronorna starkt beskuggas, eller genom att de placeras i växthus, där kvarsittande skuggfärg och dåligt rengjorda fönster stjäla en stor del av det redan i och för sig knappt tillmätta höst- och vinterljuset.

5. *Stark beskärning av rotsystemet.*

Det är en allmän erfarenhet (i litteraturen bl. a. framhållen av Molisch s. 157—158) att växter vid omplanering från fritt land till krukor ofta reagera med ett mer eller mindre starkt bladfall. Som orsak härtill har antagits en

minskad vattenupptagning till följd av de med omplanteringen förenade ingreppen i rotsystemet. I och med att azaleorna i odlingslandet tas upp ur de jordbäddar, där de stått fritt utplanterade under sommarmånaderna, bli rotsystem ganska starkt beskurna, vilket delvis är oundvikligt men säkerligen också delvis sker med avsikt, då det i viktminskande syfte är önskvärt att rotklumparna bli så små som möjligt. Det är ju inte alldeles uteslutet att denna beskärning av rötterna är en bidragande orsak till det bladfall, som äger rum under den efter upptagningen följande transporten, men åtminstone under den första tiden azaleorna ligga förpackade för transport kan den genom ingreppen i rotsystemen föranledda minskningen av den vattenupptagande förmågan anses tämligen betydelselös, enär atmosfären i förpackningarna med all sannolikhet då är mättad med fuktighet och transpirationen och med den vattenbehovet följaktligen är nedsatt till ett minimum. Ingenting tyder heller på att azaleor med blad- och grentorka skulle ha fått sina rotsystem mera reducerade än övriga, varför det knappast finns någon anledning att sätta blad- och grentorkan i samband med beskärningen av rötterna. Planmässiga försök i anknytning till transporten från odlingslandet hade givetvis varit önskvärda för att få full klarhet på denna punkt men låta sig under nuvarande förhållanden knappast genomföras. I sin mån ger emellertid följande, i växthus utförda försök ett stöd för riktigheten av de ovan förda resonemangen.

Försök 19.

Försöksobjektet äldre (5- à 6-åriga) azaleor av sorterna Mme Petrick och Paul Schäme.

Rotsystemen på azaleorna, som dittills stått i 7 krukor, beskuros tills endast en i det närmaste kubisk rot-jordklump med ca 10 cm sida återstod, vilket innebar en minskning av volymen med närmare 70 % och ett avlägsnande av huvudparten av de finare, som sugrötter fungerande rotförgreningarna. Azaleorna planterades därefter i mindre krukor under tillförsel av något ny jord. 2 av azaleorna (1 av varje sort, försöksled A) ställdes öppet i växthus, där andra azaleor med oskadat rotsystem tjänstgjorde som kontroller, 2 andra azaleor (B) jämte 2 kontroller ställdes i samma växthus men i en s. k. glasbur (= en kubisk låda med väggar och tak av glas), i vilken luftfuktigheten hela tiden hölls vid mättnad samt ytterligare 2 + 2 azaleor (C) i glasbur med samma fuktighetsförhållanden men i mörker. Temperaturen i samtliga fall 13 –15°, årstid oktober—november.

Azaleorna ingingo samtidigt i ett »transportförsök», vars resultat närmare beskrivas å s. 50 och följande; här behöver endast nämnas att efter 1 månad något starkare bladfall förekom endast i försöksled C. Vad som i detta sammanhang framför allt intresserar är emellertid, att de beskurna azaleorna i alla tre försöksleden förhöllo sig på samma sätt som motsvarande kontroller. Någon av ingreppen i rotsystemen föranledd ökning i bladfallet förekom alltså icke, icke ens i det öppet ställda försöksled A, där en viss transpi-

ration bör ha ägt rum och man alltså kan räkna med svårigheter ifråga om vattenupptagningen genom de reducerade rotsystemen. Azaleor tycks alltså åtminstone under vissa förhållanden kunna tåla även en mycket stark beskärning av rotsystemen utan att detta medför något märkbart ökat bladfall.

6. *"Transportförsök".*

Försök 20.

Ett antal azaleor av olika sorter förpackades på principiellt samma sätt som vid transport i korgar från Belgien. Azaleorna, utan krukor men med de väl genomvattnade rotklumparna omslagna med papper samt med kronorna hopbundna, ställdes så tätt som möjligt i mindre, på insidan med omslagspapper klädda trälådor, kronorna uppåt, rotklumparna i två skikt. Kronmassan pressades samman genom ombindning med ett snöre och täcktes med omslagspapper och därutanpå säckväv, som bands tätt fast vid lådan. 10, i ett fall (C) 8 azaleor per låda, 3 lådor. Låda A ställdes vid ca 15° C, låda B vid 5°. Låda C hölls växelvis vid 15° och 5° med ombyte av temperatur varannan eller var tredje dag. Försöket började den 11 november. Uppackning 5 december, d. v. s. efter 24 dygn.

Rotklumparna voro vid uppackningen fortfarande tämligen fuktiga. F. ö. antecknades följande:

A. Paul Schäme, 3 ex.: något bladfall, talrika blad mer eller mindre gulnade; gulnandet börjar vid bladbasen omkring mittnerven och fortskrider därifrån uppåt och åt sidorna.

Mme Petrick 3 ex.: kraftigt bladfall, bladen ha delvis gulnat men ej i samma utsträckning som hos Paul Schäme.

Hexe, 2 ex.: det ena, större ex. med kraftigt bladfall, det andra något mindre kraftigt bladfall. En del blad gulnade.

Findeisen, 1 ex.: kraftigt bladfall. En del blad gulnade.

Mme Aug. v. Damme, 1 ex.: något bladfall och gulnande.

B. Paul Schäme, 3 ex.
Mme Petrick, 3 ex.
Eclaireur, 1 ex.
Vervaeneana, 1 ex.
Okänd sort, 2 ex.
Okänd sort, 1 ex.
} Mycket obetydligt bladfall, inga gula blad.

C. Paul Schäme, 2 ex.: något bladfall, bladen gulnade som i 1.

Mme Petrick, 1 ex: kraftigt bladfall.

Findeisen, 2 ex.: » »

Hexe, 1 ex.: » »

Vervaeneana, 1 ex.: obetydligt bladfall, bladen gulnade som hos Paul Schäme.

Okänd sort, 1 ex.: kraftigt bladfall.

Samtliga azaleor sattes efter inkrukning och grundlig genomvattning till drivning. 34 dagar efter uppackningen antecknades följande:

A. Bladfallet har överlag varit rikligt. Blomning allmän hos de tidigare sorterna.
B. Bladfallet har varit obetydligt. Blomningen har nyss begynt hos de tidigare sorterna.
C. Ungefär = A, men bladfallet har varit något mindre rikligt och blomningen är något försenad.

Helt bladlösa grenar förekommo icke i något fall. —

Försök 21.

Azaleorna behandlades och packades som i försök 20. Varje låda innehöll: 2 ex. Mme Petrick, 4 ex. Paul Schäme, 2 ex. Pink Pearl, 1 ex. okänd sort. Låda A ställdes vid 16—18°, B vid ca 5°, C växelvis varmt och kallt (5°—18°). Uppackning efter 31 dygn.

Vid uppackningen antecknades följande:

A. Mme Petrick: tämligen kraftigt bladfall, stort antal blad gulnade (som hos Paul Schäme, försök 20).
Paul Schäme: kraftigt bladfall, blad gulnade som hos föregående.
Pink Pearl: obetydligt bladfall.
Okänd sort: kraftigt bladfall.
B. Överlag obetydligt bladfall, få gula blad.
C. Ungefär = 1 men bladfallet ej fullt så kraftigt.

Samtliga azaleor sattes efter inkrukning och grundlig genomvattning till drivning. Efter 25 dagar antecknades följande:

A. Bladfallet har fortsatt något. Fläckiga och missfärgade blad vanliga. Bladlösa grenar förekomma hos samtliga azaleor, mest hos Paul Schäme, minst hos Mme Petrick. Torra blomknoppar vanliga hos samtliga, mest hos Paul Schäme. Blomningen har hos flertalet passerat maximum.
B. Bladfallet har varit obetydligt, endast enstaka missfärgade blad. Enstaka bladlösa grenar hos Pink Pearl, ej hos de övriga. Enstaka torra blomknoppar hos Paul Schäme, ej hos de övriga. Blomningen har ännu ej passerat maximum.
C. I alla avseenden intermediär mellan A och B.

Försök 22.

200 azaleor av olika sorter och ålder fördelades på 5 grupper om 40 i varje. Sedan alla löst sittande blad skakats av flyttades en av grupperna (A) direkt in i växthus (10—15°) medan de övriga förpackades i var sin stora trälåda på samma sätt, som brukas vid lådtransport av azaleor från utlandet (se härom s. 12.) 2 av lådorna (B och C) förvarades »svalt» (= utomhus på skuggig, mot

regn skyddad plats) och 2 (D och E) »varmt» (= inomhus i mörkt rum vid 16 – 20°). Årstid: september—oktober.

Med försöket åsyftades att i större skala demonstrera skillnaderna i bladfallets omfattning, dels hos förpackade resp. icke förpackade azaleor och dels hos förpackade azaleor »transporterade» vid högre och lägre temperaturer ovan fryspunkten. »Transporten» var avsedd att pågå i 30 dygn men efter 26 dygn inträffade plötsliga och oväntat starka nattfroster (lägsta temperatur — 5°), som avsevärt skadade de utomhus förvarade azaleorna och väsentligt rubbade försöksplanen. Försöket avbröts därför i och med uppackningen, som skedde efter 27 dygn. Fuktigheten var då i alla fyra lådorna väl bibehållen och rotklumparna täckta med en päls av nya rötter. I lådorna B och C uppvisade samtliga azaleor skador i form av förfrysning och köldkloros med ty åtföljande häftigt bladfall. Gulnade blad förekommo också i lådorna D och E men i betydligt mindre omfattning. Trots köldskadorna var bladfallet hos de »svalt» förvarade azaleorna i B och C märkbart svagare än hos de »varmt» förvarade azaleorna i D och E. Av de senare hade åtskilliga endast toppbladen kvar, helt kala grenar förekom dock icke i något fall. Azaleorna i grupp 1, som flyttats direkt in i växthuset, hade sedan försökets början förlorat endast obetydligt med blad. —

Försök 23.

Azaleor av nedannämnda sorter, 1 ex. av varje sort (Paul Schäme 2 ex.), utan krukor, rotklumparna omvirade med papper, kronorna hopbundna, ställdes tätt i en glasbur (av samma typ som i försök 19). Buren med innehåll ställdes på samma plats som förpackning A, försök 21 (temperatur 16—18°, mörker). Försöket utfördes samtidigt med försök 21.

Vid uppackningen efter 31 dagar var luften i buren fortfarande mättad med fuktighet. Beträffande azaleornas tillstånd antecknades följande:

Mme Petrick: tämligen starkt bladfall.

Paul Schäme (3—4-årigt ex.): måttligt bladfall. Enstaka blomknoppar döda.

Paul Schäme (2-årigt ex.): tämligen starkt bladfall, åtskilliga blomknoppar döda, grenarna av näst sista ordningen till stor del utan både blad och blomknoppar (fig. 13).

Pink Pearl: Starkt bladfall, många blomknoppar döda, åtskilliga grenar helt kala (fig. 14 a).

Mme Aug. v. Damme: Mycket starkt bladfall, kronan nästan helt bladlös (fig. 14 b).

Eclaireur: Mycket starkt bladfall, många blomknoppar döda, flera grenar helt kala.

Fig. 13. Experimentellt framkallad blad- och grentorka (»Paul Schäme», förs. 23).

Vervaeneana rosea (äldre, stort ex.): obetydligt bladfall, åtskilliga blad gulnade.

Hexe: måttligt bladfall. Åtskilliga blad gulnade.

Omedelbart efter uppackningen inkrukning och drivning. Efter 25 dagar antecknades mer eller mindre stark blomning och f. ö.:

Paul Schäme (2-årigt ex.): bladfallet har fortsatt, kvarsittande blad i stor utsträckning fläckiga och missfärgade. Många blomknoppar torra. Ännu flera grenar ha blivit helt kala, på åtskilliga av de kala grenarna ha basalt nya skott börjat skjuta fram.

Mme Aug. v. Damme: från flertalet av de kala grenarna ha basalt nya skott börjat skjuta fram.

Eclaireur: bladfallet har fortsatt, kronan nu mycket bladfattig. Blomning svag, många torra knoppar. Nya skott skjuta fram från flertalet kala grenar.

Övriga: bladfallet har i fortsättningen varit obetydligt. Många torra blomknoppar hos Mme Petrick och Paul Schäme (äldre ex.). —

Försök 24.

Försöksobjekt: 5—6-åriga azaleor av sorterna Mme Petrick och Paul Schäme, 6 ex. av varje sort.

Azaleorna fördelades i grupper om 2 + 2. Grupp A ställdes öppet i växthus, grupp B i en glasbur i samma växthus och grupp C i glasbur i mörkrum. Temperaturen i samtliga fall 13—15° C, årstid oktober—november.

Fig. 14. Experimentellt framkallad blad- och grentorka (förs. 23). a. »Pink Pearl», b. »Mme Aug. v. Damme».

När försöket efter 30 dagar avbröts antecknades följande om azaleornas tillstånd:

A. Något bladfall men ej mer än vad som är normalt för årstiden. F. ö. intet anmärkningsvärt.

B. Bladfall som A. En del av de blad, som legat i direkt kontakt med glasväggen, på vilken större delen av tiden ett rikligt beslag av kondensvatten förefunnits, voro rötskadade men f. ö. var bladverket oskadat och av normalt utseende.

C. Mycket starkt bladfall; på samtliga azaleor och isynnerhet på Paul Schäme många helt kala grenar och döda blomknoppar. Kvarsittande blad i stor utsträckning missfärgade.

(I varje grupp hade hos en azalea av varje sort rotsystemet starkt beskurits. De beskurna azaleorna förhöllo sig dock i alla avseenden som motsvarande icke-beskurna; se närmare härom försök 19, s. 44). —

De i försöken 20—22 tillämpade förpackningarna ha varit tämligen trogna efterhärmningar av dem, som brukas vid importen av azaleor från utlandet, och förhållandena i övrigt av sådan art, att de mycket väl kunna tänkas råda under en verklig transport. Det är därför med största intresse man noterar, att i alla tre försöken mer eller mindre utpräglade skador av typen blad- och grentorka uppstått på azaleorna. Det framgår direkt av försöken, att bladfallets riklighet stod i påtagligt beroende av temperaturen under »transporten»: det var rikligast vid de högre temperaturerna (15—18°), mindre rikligt i de ömsevis varmt och kallt förvarade förpackningarna och intet eller obetydligt vid + 5°. Även tiden spelade in: i försök 20 med en »transporttid» av 24 dygn var bladfallet visserligen rikligt men någon grentorka erhölls icke, i försök 21, där »transporttiden» utsträckts till 31 dygn, var bladfallet betydligt mera omfattande och åtskilliga grenar blevo helt kala.

Ett försök till närmare orientering över orsakerna till det starka bladfallet ger vid handen, att det icke varit fråga om några ytterligheter beträffande temperatur och vattentillförsel: temperaturvariationerna ha legat inom ett område, som azaleorna eljest väl fördraga, och någon brist resp. överskott på vatten har icke förelegat. Störningar till följd av att rötterna beskurits äro likaledes uteslutna: azaleorna ha före försöken stått i krukor och efter att ha slagits ur dessa utan några ingrepp i rotsystemen direkt förts in i förpackningarna. Allt tyder i stället på att skadorna på azaleorna uppstått som en följd av själva förpackningssättet och de speciella miljöbetingelser, detta medför. Närmare belyses detta av försöken 23 och 24. Försök 23 innebar en tillspetsning av de förhållanden, för vilka de »varmt» förvarade azaleorna i försök 21 (försöksled A) utsattes, i det att under i övrigt likartade försöksbetingelser avstängningen från yttervärlden gjordes effektivare. Resultatet blev en skadebild av ännu mera ut-

präglad art än i försök 21: flertalet av de i »förpackningen» ingående azaleorna visade en mycket stark blad- och grentorka, och i ett fall (fig. 14 b) var grenverket så gott som helt bladlöst. Tydligen sammanhänger uppkomsten av bladfallet intimt med den innestängning i ett mer eller mindre slutet rum, som förpackningssättet medför. Å andra sidan framgår det av försök 24 att denna instängning i slutet rum i och för sig icke förorsakar något bladfall. I den glasbur, som ställts ljust i växthus (försöksled B) hade azaleorna ännu efter en månad icke förlorat flera blad än de i samma växthus fritt stående azaleorna (försöksled A), d. v. s. bladfallet var icke rikligare, än det normalt skulle ha varit. Endast i den i mörkrum placerade glasburen (försöksled C) försiggick en bladfällning jämförlig med den i försök 23. Ljusbrist är således ytterligare en förutsättning för bladfallet, men med hänsyn till den tröghet, med vilken azaleorna reagera mot brist på ljus (s. 41 ff.), kan man här bortse från den omedelbara effekten och i stället ta fasta på ljusbristens indirekta verkningar i samspel med övriga faktorer. Man kan bilda sig en uppfattning om hur detta samspel i detalj ter sig, genom att ta i betraktande den växelverkan mellan växt och miljö, som äger rum i de med azaleor fyllda glasburarna. Fuktbeslaget på väggarna visar, att luften i burarna snabbt blir mättad med fuktighet. Som följd härav bör azaleornas transpiration vara nedsatt till ett minimum. Detta äger emellertid rum vare sig azaleorna ha tillgång på ljus eller ej och kan följaktligen knappast spela någon avgörande roll för bladfallet, så mycket mindre som azaleorna torde med flertalet andra ständigt gröna vedväxter dela egenskapen att vara höggradigt »fuktighetsfördragande» (ombrofila; Wiesner). Betydelsefullare är, att i det från omgivningen synnerligen effektivt avstängda rummet med dess i förhållande till växtmassan minimala volym atmosfärens sammansättning kommer att starkt påverkas av det gasutbyte, som följer med andning och assimilation. Azaleornas (och jordorganismernas) andning medför utarmning av luften med avseende på syre och berikande med avseende på koldioxid. I den för dagsljuset utsatta buren motverkas denna förändring av luftsammansättningen genom det gasutbyte i motsatt riktning, som äger rum i och med azaleornas assimilation. I hur hög grad assimilationen förmår uppväga andningen beror på flera omständigheter, främst på ljustillgången, men man torde under alla omständigheter kunna räkna med att proportionerna mellan syre och koldioxid förskjutas mindre snabbt i den belysta än i den mörkt placerade buren. I den senare kan ingen assimilation försiggå, och det finns — frånsett en långsam diffusion genom eventuella springor — intet, som kompenserar den av andningen framkallade luftförskämningen. Då andningens intensitet inom vida gränser är oberoende av syrekoncentrationen (Kostytschew) sker en hastig minskning av syreförrådet, tills detta praktiskt taget är helt förbrukat. Koldioxidhalten tilltar i motsvarande grad och kommer med en andningskvot

= 1 att relativt snart uppgå till samma värde som luftens normala syrehalt eller ca 20 %; möjligen får man räkna med en ännu högre siffra beroende på att den normala syreandningen efterträdes av en anaerob andning.

I syrebristen och den abnormt höga koldioxidhalten ha vi två faktorer, genom vilka miljön i den i mörker ställda glasburen väsentligt avviker såväl från miljön i den belysta buren som från azaleornas normala miljö. Otvivelaktigt ha vi också här att göra med tvenne mycket viktiga länkar i den orsakskedja, som ligger till grund för uppkomsten av bladfallet. I litteraturen finnas åtskilliga uppgifter rörande växternas reaktioner gentemot abnormt låga syre- resp. abnormt höga koldioxidkoncentrationer (se ex. sammanställningen hos Romell). I stort sett tycks koldioxidöverskott vara farligare för högre växter än syrebrist. Några erfarenheter direkt tillämpbara på de förhållanden det här är fråga om äro emellertid mig veterligen icke offentliggjorda och för att komma problemet närmare in på livet utförde jag därför följande enkla försök.

Försök 25.

Azaleakvistar (Paul Schäme) sattes i vatten i små glasburkar (30 ml). Burkarna med innehåll ställdes i var sin med inslipat (och vaselinbestruket) lock lufttät tillslutbar större glasburk (museiburk) om ca 500 ml. I den större burken tillsattes utanför den mindre 56 ml alkalisk pyrogallollösning eller samma mängd rent vatten. (Se även skissen fig. 15 a). Den alkaliska pyrogallollösningen beredes direkt i försökskärlet genom att alkali och pyrogallol omedelbart innan locket sattes på var för sig hälldes ned i följande proportioner (efter Küster):

60 %ig KOH-lösning ..... 48 ml.
25 %ig pyrogallollösning ..... 8 ml.

Enligt uppgift hos Küster erhålles med det angivna förhållandet mellan beståndsdelarna ett minimum av CO-avgivning från den alkaliska pyrogallollösningen, vilket i detta fall var önskvärt.

Försöket omfattade följande led:

A. (Burkarna nr 1 och 2) Tillsats av alkalisk pyrogallol.
B. (Burk nr 3) Kontroll, = A men medelst en tunn träkil ställdes glaslocket så, att ytterluften fick tillträde genom en smal springa.
C. (Burk nr 4) Tillsats av rent vatten.
D. (Burkarna nr 5 och 6) Tillsats av rent vatten men luften här utträngd och ersatt av ren koldioxid (ur gasbomb).
E. (Burkarna nr 7 och 8) Tillsats av rent vatten och i princip = C men med ett stort antal azaleakvistar (i A—D endast 1 kvist i varje burk), så att hela utrymmet över vattenskiktet upptogs av glest packade kvistar och blad. (fig 15 b).

Samtliga försöksled A—E ställdes i mörkrum vid 23° C.

Efter 5 resp. 10 dygn öppnades burkarna varsamt, en brinnande tändsticka fördes omedelbart försiktigt ned i burken (för utrönande av syretillgången), kvistarna togos upp, försågos med nya, friska snittytor och ställdes

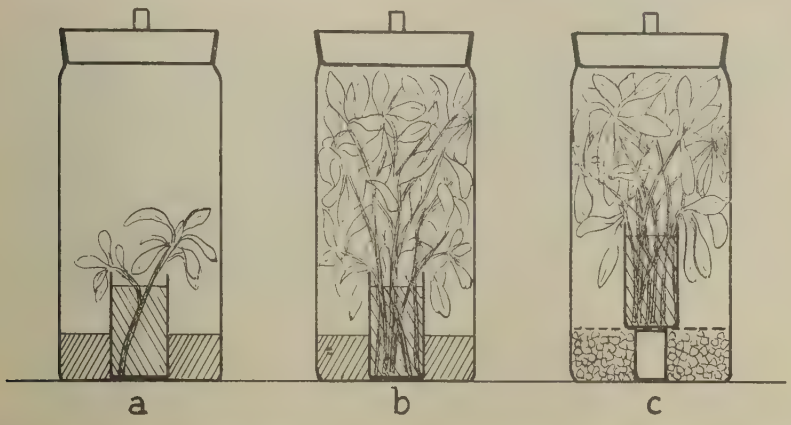


Fig. 15. Schematisk framställning av försöksanordningarna i förss. 25–27. Förklaring i texten.

i små burkar med rent vatten i växthus, där luftfuktigheten var hög. Följande iakttagelser antecknades:

A. Burk nr 1 (5 dygn). Starkt vakuum. Tändstickan slocknade så fort den kommit ett stycke nedanför burkens kant. Intet bladfall; bladen ha normalt utseende.
Burk nr 2 (10 dygn). Som föregående. Äldsta (nedersta) bladet gult och föll av vid upptagningen. F. ö. intet bladfall, kvarsittande blad ha normalt utseende.

B. Burk nr 3 (10 dygn). Tändstickan slocknade ej. De båda äldsta (nedersta) bladen gula och föllo av vid upptagningen. F. ö. intet bladfall; kvarsittande blad ha normalt utseende.

C. Burk nr 4 (10 dygn). Tändstickan slocknade ej. Intet bladfall; bladen ha normalt utseende.

D. Burk nr 5 (5 dygn). Tändstickan slocknade. Bladen ha ljusnat något i kanterna och ha enstaka fläckar. 25 % av bladen föllo av omedelbart vid upptagningen, övriga under de följande dagarna. Många av kvistarna döda i spetsarna, veden brunfärgad.
Burk nr 6 (10 dygn). Tändstickan slocknade. Samtliga blad bruna. Starkt bladfall vid upptagningen. Några timmar efter överflyttningen till växthuset voro samtliga återstående blad torra och hoprullade och föllo av vid beröring. Samtliga kvistar döda och veden brunfärgad.

E. Burk nr 7 (5 dygn). Tändstickan slocknade. Bladen allmänt missfärgade med mörkare och ljusare bruna fläckar. Något bladfall vid upptagningen, sedan ej mer.
Burk nr 8 (10 dygn). Som föregående. Kraftigt bladfall vid upptagningen, fortsatt bladfall de följande dagarna. Många kvistar helt kala.

Fig. 16. Från förs. 25. Förklaring i texten.

Azaleakvistarnas utseende efter försöket framgår ytterligare av fig 16, som framställts efter fotografier tagna 5 dygn efter det de sista försöksleden förts över till växthuset.

I försöksled A har den alkaliska pyrogallollösningen snabbt bundit allt tillgängligt syre (jämte koldioxiden); frånvaron av syre hade emellertid ännu efter 10 dygn icke på något sätt påverkat azaleakvistarna. (Att ett enstaka blad gulnade och föll av i burk nr 2 har uppenbarligen intet samband med syrebristen, då samma ägde rum även i försöksled B (burk nr 3), där syre fanns att tillgå.) Denna azaleornas förmåga att jämförelsevis länge uthärda under anaeroba betingelser är ju ganska anmärkningsvärd men utesluter givetvis icke, att en längre tids avsaknad av luftsyre för azaleorna liksom för varje annan normalt aerob organism till slut måste leda till skadegörelse och död. En atmosfär av enbart koldioxid som i försöksled D hade efter 5 dygn förorsakat tydliga förgiftningsskador med åtföljande bladfall och grendöd[1]); 10 dygns vistelse i koldioxidatmosfären medförde

[1] Av ett annat försök, som för övrigt ej har något intresse i detta sammanhang, framgick att redan 16 timmar i ren koldioxidatmosfär var tillräckligt för att hos azaleorna framkalla tydliga förgiftningssymptom med bladfall.

en så kraftig giftverkan, att de bladavskiljande vävnaderna delvis icke längre fungerade, d. v. s. såväl bladskaften som angränsande delar av stammen voro fullständigt döda redan vid upptagningen ur glasburken. I försöksled E, där man har att räkna med syrebrist (tändsticksprovet!) och en motsvarande höjning av koldioxidhalten, uppträdde liknande skador som i D; symptomen voro endast svagare, vilket dock är naturligt med hänsyn till den lägre koldioxidkoncentrationen och den kortvarigare inverkan (luften hade ju från början normal sammansättning). Däremot uppträdde i det med E analoga försöksledet C inga skador: den ensamma azaleakvisten i C hann icke förbruka syret (tändstickan slocknade ej!) och koldioxidhalten nådde följaktligen heller icke upp till sådana värden, att skador hunno uppstå under den relativt korta försökstiden.)

Försök 26.

Försöksanordningarna framgå av fig. 15 c. På botten av museiburkar (ca 500 ml) med tätt slutande lock lades en liten glaskloss eller ett kort preparatrör av glas och där ovanpå en rund skiva av ett stadigt järntrådsnät. Näten tjänade som underlag för små glasburkar med vatten och ett större antal bladbärande azaleakvistar (fig. 15 c). I B-serien fylldes utrymmet under näten med 60 g NaOH (i flingor), i A-serien ingen tillsats. Båda serierna ställdes i mörkrum vid 17—21° C. Ur varje serie uttogs varannan dag från och med fjärde dagen en burk, luftbeskaffenheten undersöktes med en brinnande tändsticka, varefter azaleakvistarna togos upp och ställdes i rent vatten i växthus liksom i försök 25.

De vid försöket gjorda iakttagelserna framgå av nedanstående översikt:

Antal dagar efter försökets början	A.	B.
4	Tändstickan slocknade genast den kommit nedanför burkens kant (liksom vid varje prov i det följande). Bladen missfärgade. Något bladfall under de första dagarna i växthuset.	Tändstickan slocknade genast den kommit nedanför burkens kant (liksom vid varje prov i det följande). Bladen ha normalt utseende; intet bladfall.
6	Bladen missfärgade; bladfall som föregående.	Bladen ha normalt utseende; enstaka blad falla.
8	Bladen starkt missfärgade; rikligt bladfall.	Bladen ha normalt utseende; enstaka blad falla.
10	Bladen starkt missfärgade; mycket rikligt bladfall.	Bladen obetydligt missfärgade; tämligen rikligt bladfall under de första dagarna i växthuset.

Bladfall och missfärgning av bladen uppträdde alltså i såväl A- som B-serien men skadorna voro i B-serien betydligt lindrigare och avsevärt fördröjda jämfört med A-seriens.

De olika utslagen få en fullgod förklaring om skadorna antas vara en följd av koldioxidförgiftning. I båda serierna förelåg redan efter 4 dagar syrebrist (tändsticksprovet!), men medan man i A-serien får räkna med att koldioxidhalten samtidigt stigit till ca 20 % med ty åtföljande starka förgiftningsskador, bör atmosfären i B-serien under den första tiden ha varit praktiskt taget fri från koldioxid, då denna allteftersom den avgavs bands vid det alkali, som införts i burkarna. Först när alkaliskiktet i den fuktiga atmosfären småningom sintrat ihop till en fast massa och ytlagret mättats med koldioxid, så att en fortsatt upptagning blev avsevärt försvårad, steg koldioxidhalten till sådana värden att synbara förgiftningsskador uppstodo. —

Försök 27.

Försöksanordningarna voro i princip lika med fig. 15 a (A—D) och b (E—F), dock tillsattes intet vatten i de större burkarna. I varje burk sattes in ett provrör med en remsa förbandsgas doppad i alkalisk metylenblått-glykoslösning (enligt Riemsdijk) för påvisande av ev. uppkommande syrebrist (vid närvaro av syre är remsans färg blå, i syrefri atmosfär vit; reaktionen är reversibel och mycket känslig). I försöksleden A och B infördes vid försökets början koldioxid (ur gasbomb) i nedan angivna mängder.

A. 10 % koldioxid.
B. 20 % koldioxid.
C. Ingen extra koldioxidtillsats.
D. » » » , tillsats av alkalisk pyrogallollösning som i försök 25 A.
E. = C men med ett stort antal azaleakvistar.
F. = D » » » » » » .

Samtliga försöksled stodo i mörkrum vid 20—23° C.

Efter 10 dygn avbröts försöket:

A. Syret ej fullständigt förbrukat (indikatorremsan fortfarande blå, en brinnande tändsticka, som nedfördes i burken omedelbart sedan locket öppnats slocknade ej). 4 blad föllo omedelbart.
B. Beträffande syretillgången = A. 21 blad föllo omedelbart.
C. Beträffande syretillgången = A. 1 blad föll omedelbart.
D. Atmosfären fullständigt syrefri efter mindre än 1 dygn (indikatorremsans färg hade redan under det första dygnet övergått till rent vitt; en i burken vid försökets slut nedförd brinnande tändsticka slocknade genast). Intet bladfall.
E. Syret fullständigt förbrukat efter 4 dygn (indikatorremsans färg hade efter nämnda tids förlopp övergått till rent vitt: en i burken vid försökets slut nedförd tändsticka slocknade genast); 31 blad föllo omedelbart.
F. Beträffande syretillgången = D; 5 små blad föllo omedelbart.

Azaleakvistarna behandlades som vid föregående försök. Efter 5 dygn i växthus hade ytterligare bladfall ägt rum. Bladfallets omfattning allt som allt i de olika försöksleden framgår av fig. 17 och tab. 5.

Tab. 5. *(Försök 27.)*

	A	B	C	D	E	F
Antal blad vid försökets början	32	33	19	30	180	207
Antalet avfallna blad	20	33	2	2	103	20
Avfallna blad i procent	63	100	10	7	57	10

Bladfallet hade alltså varit totalt i B, mycket starkt i A och E, obetydligt i C. D och F. Helt kala grenar förekommo i A, B och E.

Försöket är till en del en upprepning av försök 25 och resultaten stämma väl överens med de där vunna. I C, där den enda azaleakvisten icke hunnit förbruka allt tillgängligt syre och koldioxidkoncentrationen följaktligen varit förhållandevis låg, var bladfallet obetydligt. I det med C analoga försöksledet E, där det större antalet azaleakvistar medfört en snabbare förbrukning av syret (enligt vad indikatorremsan visade var atmosfären syrefri redan efter 4 dygn) och en motsvarande höjning av koldioxidkoncentrationen bör ha skett, var bladfallet synnerligen starkt (57 %). Uppfattningen att det är koldioxiden som föranleder bladfallet får ett ytterligare stöd av försöksleden A och B. Dessa voro identiska med C frånsett att koldioxidkoncentrationerna redan från början höjts till 10 resp. 20 %: bladfallet var i såväl A som B synnerligen starkt (63 resp. 100 %) och i viss mån proportionellt mot de inledda mängderna koldioxid. Det förtjänar uppmärksammas, att varken i A eller i B syret helt förbrukats; därav kan slutas dels att maximalvärdena på koldioxidkoncentrationerna böra — som ett enkelt överslag ger vid handen — ha legat lägre än 28 % (A) resp. 36 % (B), dels att bladfallet icke framkallats av syrebrist. F. ö. visa försöksleden D och F (liksom motsvarande led i försök 25), där atmosfären så gott som hela försökstiden varit helt syrefri men bladfallet blev lika obetydligt som i C, att brist på syre i och för sig icke föranleder bladfall, i varje fall icke inom den begränsade tidrymd försöken pågått.

Molisch har t. o. m. hävdat, att syrebrist skulle verka direkt hämmande på bladavskiljningsprocessen. Det starka bladfall, som ägde rum i exempelvis försöken 25 D och E, 26 A och 27 E, där redan från början eller under större delen av försökstiden fullständig syrebrist rått (men koldioxidkoncentrationerna varit höga), talar emellertid för att denna Molischs uppfattning icke är obetingat giltig.

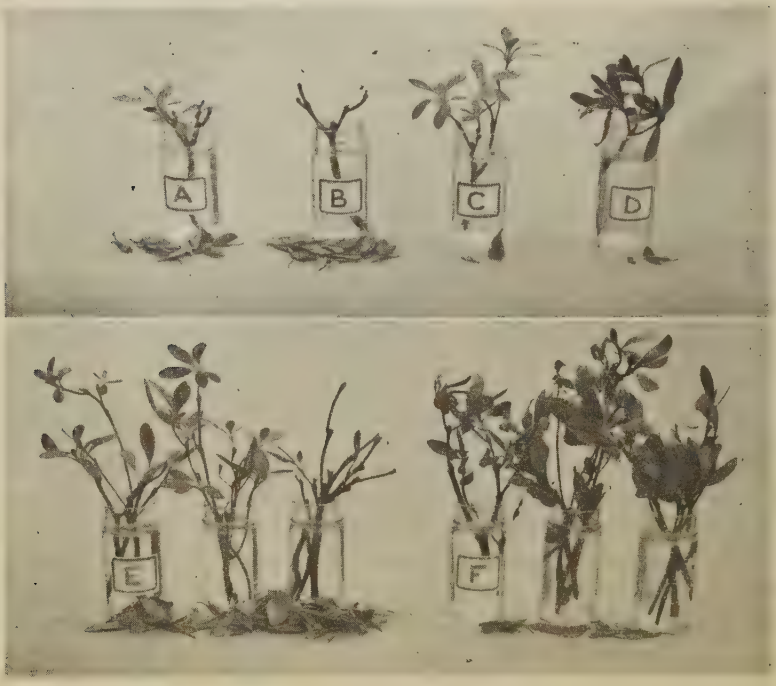


Fig. 17. Från förs. 27. Förklaring i texten.

Erfarenheterna från försöken 25—27 skulle kunna sammanfattas sålunda:

1) En hög koldioxidkoncentration (10—100 %) i atmosfären (försöken 25 D, 27 A och B) förorsakar hos azaleorna förgiftning med starkt bladfall och grendöd eller med andra ord en typisk blad- och grentorka. De fysiologiska detaljerna i själva förgiftningsprocessen ge försöken ingen upplysning om, och de äro f. ö. här av underordnad betydelse vid sidan av det faktum, att skador uppkommit och att dessa haft karaktären av blad- och grentorka.

2) Identiskt lika skador uppkomma, om azaleorna en tid förvaras mörkt i slutet rum med en i förhållande till växtmassan ringa luftvolym, där på grund av växternas andning en kraftig anrikning av koldioxid måste antas äga rum (försöken 25 E, 26 A, 27 E).

3) Inga skador uppstå under samma tid, om den tillgängliga luftvolymen i förhållande till växtmassan är stor och den genom andningen förorsakade höjningen av koldioxidkoncentrationen följaktligen måste antas bli förhållandevis liten (försöken 25 C, 27 C).

4) Under i övrigt samma förutsättningar som de i 2) anförda bli skadorna svagare och avsevärt fördröjda genom att ett koldioxidabsorberande medel (alkali) införes i försökskärlet (försök 26).

5) Syrebrist förorsakar i och för sig icke något bladfall, i alla händelser icke om syrebristen begränsas till den tidrymd försöken omfattat (försöken 25 A, 27 D och F).

En slutsats av ovanstående måste bli att även de under 2) omnämnda skadorna i försök 25 E, 26 A och 27 E härleda sig från en koldioxidförgiftning. De uppräknade försöksleden äro emellertid i princip intet annat än i liten skala och under delvis mera kontrollerade betingelser utförda »transportförsök» och försöken 25—27 ge enligt min åsikt otvetydiga sannolikhetsbevis för riktigheten av det å sid. 50 ff. förda resonemanget beträffande försök 20—24. Den i försök 20—24 framkallade blad- och grentorkan får ses som följden av en koldioxidförgiftning uppkommen på grund av den genom växternas egen verksamhet starkt höjda koldioxidkoncentrationen i förpackningarna. Syrebrist spelar i sammanhanget en underordnad roll och har betydelse huvudsakligen som en förutsättning för den höjda koldioxidkoncentrationen.

Av tekniska skäl har det tyvärr icke varit möjligt att ge teorin om koldioxidförgiftning några direkta stöd i form av kvantitativa analyser av atmosfären i försöksförpackningarna. Teorin låter dock väl förena sig med iakttagelserna från försöken 20—24. Skador uppstodo endast i mörker, d. v. s. när andningens inverkan på atmosfären icke kompenserades av någon assimilation. Sambandet mellan bladfallets riklighet och temperaturen får sin förklaring i växternas livligare andning vid de högre temperaturerna och den därmed åstadkomna hastigare höjningen av koldioxidkoncentrationen. Att skadorna blevo svårare i och med att »förpackningarna» gjordes tätare är likaledes helt naturligt: ju mindre möjlighet till luftväxling desto mindre utspädning av inneratmosfären och desto snabbare stegring av koldioxidkoncentrationen. Samma omständigheter i förening med den högre temperaturen förklara också varför i försöken 25 –27 utpräglade skador uppkommo inom betydligt kortare tid än i försöken 20—24.

Den indiciekedja, som sålunda kan dragas från de rent laboratorieartade till de mera verklighetstrogna »transportförsöken» är så pass bindande, att det kan vara berättigat att gå ännu ett steg längre. Jag anser det finns goda skäl att räkna med koldioxidförgiftning som den väsentliga orsaken även till den blad- och grentorka, som i praktiken uppträder hos azaleorna, i samband med transporterna. Hur denna tydning av blad- och grentorkans etiologi låter inpassa sig i faktiskt föreliggande förhållanden kommer att närmare beröras i följande kapitel.

VII. Översikt och diskussion av försöksresultaten.

Den betydelse, som isynnerhet förr tillmätts svampar av släktet *Pestalotia* som skadegörare på Azalea, har gjort att en ganska avsevärd del av denna undersökning rörande blad- och grentorkans orsaker måst ägnas frågan om *Pestalotia*arternas roll i sammanhanget. Det har befunnits, att olika *Pestalotia*arter, framför allt sådana av *rhododendri*typ, äro synnerligen vanliga icke endast på sjuka utan också på friska azaleor, och att de under normala förhållanden leva som sapro- och epifyter på azaleorna utan att på något menligt sätt påverka dessa. En viss tendens till parasitism kan icke frånkännas de i försöken prövade *Pestalotia*arterna, men denna är obetydlig och gör sig endast gällande, när försvagade eller av mekaniska eller andra orsaker redan dödade vävnader erbjuda svamparna lämpliga inköpsportar, och angreppen leda endast till jämförelsevis obetydliga skador av strängt lokal natur utan betydelse för värdväxten i övrigt. De vid växtskyddsanstalten utförda försöken och alla tidigare utländska försök tala i dessa hänseenden ett fullt överensstämmande språk. Av särskilt intresse med tanke på denna undersöknings syfte är att *Pestalotia*angreppen ej i något fall ha givit upphov till bladfall och ännu mindre till några mera utpräglade skador av typen blad- och grentorka. Teorin om *Pestalotia*arter som orsak till blad- och grentorkan på *Azalea* har alltså ej kunnat givas något som helst experimentellt stöd och bör kunna slutgiltigt avskrivas.

Frågan om *Pestalotia*arternas förhållande till azaleorna är ju här endast en del av den större frågan om det överhuvudtaget finns någon anledning att anta blad- och grentorkan vara förorsakad av parasiter. Omsorgsfull granskning av ett stort antal av blad- och grentorka lidande azaleor har lett till ett nekande svar på denna fråga. Inga vare sig makro- eller mikroskopiskt påvisbara parasiter eller främmande organismer överhuvudtaget uppträdde så regelbundet eller så lokaliserade i samband med blad- och grentorkan att de de kunde misstänkas vara sjukdomens orsak. Undersökningens tyngdpunkt har därför kommit att gälla de abiotiska, icke-levande, miljöfaktorernas betydelse för uppkomsten av blad- och grentorkan.

Det kunde ganska snart fastslås, att av dessa abiotiska faktorer t o r k a knappast kunde spela någon mera betydelsefull roll i detta sammanhang. Dels visar erfarenheten att erforderlig grad av uttorkning mera sällan förekommer medan azaleorna ligga förpackade för transport, dels äro de av uttorkning förorsakade skadorna trots vissa likheter med blad- och grentorkan som regel tillräckligt specifika för att någon förväxling icke skall behöva äga rum. Detsamma gäller f r o s t s k a d o r i egentlig mening (förfrysning). Däremot visade sig i försöken att temperaturer vid eller omedelbart under fryspunkten, som av azaleorna uthärdas utan egentliga förfrysningsskador, kunna förorsaka ett slags k ö l d k l o r o s, varvid framför allt de äldre bladen

gulna och småningom falla av. Bladfallet fortsatte upp till ett par veckor efter nedkylningen men fick icke någon mera svårartad karaktär. Man torde få hålla denna lindrigare form av köldskada i minnet som en i vissa fall tänkbar anledning till abnormt riklig bladfällning under transporten och den närmaste tiden därefter.

Övermått av väta med ty åtföljande försumpning av jorden leder hos azaleorna till bladfall och grendöd, som i åtskilliga hänseenden erinrar om den i samband med transporten uppträdande blad- och grentorkan. Sannolikt har man här att göra med en förgiftning genom vid försumpningen bildade giftämnen i jorden eller i rötterna. De av försöken vunna erfarenheterna tala för att allvarliga skador av denna art förutsätta ett övermått av väta, som i praktiken icke förekommer annat än rent undantagsvis vid fall av uppenbar misskötsel och som absolut icke kan tänkas vara för handen under den tid azaleorna ligga förpackade för transport.

Många på fritt land odlade växter reagera lätt med starka bladfall vid inplantering i krukor och orsaken har ansetts vara en försvårad vattenupptagning till följd av de med upptagningen ur frilandsbäddarna förenade ingreppen i rotsystemen. Allting tyder på att azaleorna i detta hänseende äro föga känsliga och att bladfallet i förpackningarna icke står i något samband med ev. skador på rötterna.

Den totala avstängning från ljus, som azaleorna få vidkännas under den tid de ligga i förpackningarna torde som regel icke ha någon omedelbar betydelse för uppkomsten av blad- och grentorkan. Azaleorna höra nämligen till de växter, som reagera synnerligen trögt mot ljusbrist, och endast vid mycket långvariga transporter kan man vänta något starkare bladfall, som direkt följd av mörkläggningen i förpackningarna. Ljusbrist som orsak till bladfall förefaller emellertid vara en faktor att understundom ta hänsyn till, efter det azaleorna kommit fram till bestämmelseorten. Framför allt gäller detta i de icke alltför sällsynta fall, när azaleorna efter framkomsten för utrymmes vinnande sättas under borden i växthusen. I några försök har visats att denna metod påverkar azaleorna i flera avseenden och bl. a. leder till att bladen fällas i onormalt stor omfattning. Förklaringen torde vara den att azaleorna under borden ha tillgång till endast en bråkdel av det redan i och för sig knappa vinterljuset, och sålunda i realiteten få vidkännas en förlängning av den under transporten inledda mörkläggningsperioden med upp till ett par månader. Därmed har den övre gränsen nåtts för vad azaleorna kunna uthärda i detta avseende och bladfallet kommer som en given följd.

Viktigare än de direkta verkningarna av ljusbristen äro de indirekta. Frånvaron av ljus i förpackningarna utgör nämligen jämte de senares beskaffenhet av mer eller mindre slutna rum en förutsättning för uppkomsten av den koldioxidanriktning, som på goda grunder kan antas ske i förpack-

ningarna och som enligt min mening genom sina giftverkningar på azaleorna är den väsentliga orsaken till blad- och grentorkan. I och med att azaleorna icke få tillfälle att assimilera och ingen livligare tillförsel av frisk luft utifrån kan äga rum, kommer sammansättningen av atmosfären i förpackningarna att framför allt bli beroende av det gasutbyte, som försiggår vid azaleornas och jordorganismernas andning. Syret förbrukas och ersättes av motsvarande volym koldioxid, och på grund av den stora mängden växtmassa och jord i förhållande till den begränsade luftvolymen i förpackningarna kan denna förändring av luftens sammansättning ske jämförelsevis snabbt. Om och när förgiftning inträder, och hur starka symptomen bli, bestämmes av koldioxidkoncentrationen och förpackningstidens längd. Teoretiskt kan koldioxiden nå en maximal koncentration av omkring 20 % (ev. något högre beroende på anaerob andning) men i praktiken torde man få räkna med lägre värden, betingade av jämviktsförhållandet mellan å ena sidan andningsintensiteten och å den andra den hastighet, med vilken ventilationen i förpackningarna sker, faktorer i sin tur beroende framför allt på temperaturen, förpackningarnas art och täthet och rörelserna i den omgivande luften.

Att blad- och grentorkan främst skulle vara en följd av koldioxidförgiftning är visserligen endast en teori och de slutgiltiga bevisen för densamma skulle förutsätta iakttagelser och försök i anslutning till själva transporterna, som för närvarande knappast äro genomförbara. De i det föregående beskrivna »transportförsöken» erbjuda dock tillräckligt stora överensstämmelser med »verkliga» förhållanden, för att de försöksvis vunna erfarenheterna skola kunna tillmätas en mera generell betydelse. Det torde också vara svårt att på sakernas nuvarande ståndpunkt komma med några verkligt vägande skäl m o t teorin om en koldioxidförgiftning. Man kan naturligtvis peka på att förpackningarna som regel icke är så täta att en kraftigare anrikning av koldioxid är sannolik, att transporttiderna ofta förefalla ha varit för korta för att skador skulle ha hunnit uppstå på åsyftat sätt, liksom också på fall, där inga skador visat sig trots långvarig transport och ovanligt täta förpackningar. För att ta fasta på den sistnämnda punkten först, så är blad- och grentorkan, om också vanlig, ingen regel utan ett undantag, de flesta azaleor komma ju hit i tämligen gott skick, och det fordras flera samverkande omständigheter för att blad- och grentorka skall uppstå. En fordran är bl. a., som försöken visat, en icke alltför låg temperatur. Håller sig ex. temperaturen under större delen av tiden mellan 0° och 5° C, vilket är mycket väl tänkbart vid sena transporter, torde bladfallet bli ganska ringa även om övriga förutsättningar skulle vara för handen. Å andra sidan kan, för att ta ett konkret exempel, de luftgluggar, som oftast äro tillfinnandes på azalealådorna (jfr. s. 12), tyckas vara ett effektivt medel mot uppkomsten av en sluten inneratmosfär. Den som emellertid sett hur dessa lådor ofta

ställas sida vid sida tätt intill varandra, så att gluggarna bli täckta, torde finna det ganska självklart, att gluggarna understundom förlora det mesta av sin betydelse som luftventiler och icke kunna hindra, att det inuti lådorna uppstår ett mer eller mindre fullständigt avspärrat luftrum, där koldioxiden, som är en tung och relativt svårrörlig gas, lätt kan ansamlas. I ett välfyllt och tillslutet lastrum uppkomma också lätt »lugna hörn» utan de livligare strömningar i ytterluften, som skulle kunna bidra till luftombytet i förpackningarnas inre. Vidare får hänsyn tas till att gasutbytet vid andningen icke är förenat med volymförändring, det uppstår alltså inga tryckskillnader, som kunna befordra en luftväxling. Vid ett bedömande av transporternas tidslängd måste man skilja mellan den ur fakturan utläsbara »transporttiden» och »förpackningstiden», vilka båda begrepp icke alltid sammanfalla. Fakturadatum avser som regel dagen för partiets avsändning, men med den omfattning azaleaexporten på sina håll har torde det vara uteslutet, att varje förpackning ställes iordning samma dag den skickas. Man måste tvärtom räkna med att i många, kanske flertalet fall azaleorna packats åtskilligt tidigare och att »förpackningstiden», som är den enda som betyder något i detta sammanhang, kan ha varit avsevärt långvarigare än som framgår av tillgängliga data. Tiden är ju heller icke ensam utslagsgivande; en kortvarig transport, när temperaturen är förhållandevis hög, kan förväntas medföra lika svåra skador som en betydligt längre vid lägre temperatur.

Skulle det visa sig, att teorin om en koldioxidförgiftning av azaleorna håller stånd inför en prövning under i praktiken rådande förhållanden, ge sig riktlinjerna för en effektiv »bekämpning» av blad- och grentorkan m. el. m. av sig själva. Bättre genomluftning av förpackningarna och en i möjligaste mån förkortad »förpackningstid» är vad som i första hand bör eftersträvas. Samma mål skulle kunna nås om azaleorna under åtminstone större delen av transporten kunde förvaras vid en relativt låg temperatur, exempelvis 5 à 6° C, varigenom andningsintensiteten hölles så pass tillbaka, att luftförskämningen även vid en långvarigare transport icke nådde några mera riskabla värden. I vad mån åtgärder i antydda riktningar äro genomförbara torde icke så mycket vara en teknisk som fastmer en ekonomisk fråga, vars lösande fordrar samverkan mellan intresserade parter i respektive länder.

ENGLISH SUMMARY.

Title of the report: Investigations into »Leaf and Twig Blight» in imported Azaleas.

I. Introduction.

A not inconsiderable part of the Swedish import of living decorative plants consists of azaleas, which are mainly introduced from Belgium for forcing

during the winter months. Latterly these azaleas have on the whole had a satisfactory standard of health. An intensified control on the part of the plant protection authorities in conjunction with a more general application of direct combating measures will probably be the reasons for several diseases and pests now being reported less often than before.

Certain forms of leaf fall and twig blight, which without any obvious connection with the occurrence of pathogens or pests appear during transport hither or immediately afterwards, have, however, shown no signs of diminishing, but have perhaps even increased in frequency recently. It has chiefly been a case of the phenomenon that in Swedish plant protection practice has become known as »blad- och grentorka», leaf and twig blight, and which will be described in greater detail in Chapter II below.

Leaf and twig blight is of economic importance owing to the often considerable losses caused to the azalea importers. A more thorough investigation of the leaf and twig blight, its etiology and possible ways of combating it have therefore been considered desirable and during recent years have been included in the programme of work of the State Plant Protection Station.

II. Symptoms of the Disease.

The chief symptom is an abnormally copious fall of the leaves. It appears always to be of the same acropetal type as the normal leaf fall, that is to say it is the leaves furthest down on the twigs that are shed in the first place, then those situated higher up and finally the uppermost leaves, but in severe cases it may give the impression of a nearly momentary phenomenon, however. The twig blight which may set in when all the leaves on a twig have been shed, begins, on the other hand, at the apex and goes more or less far down towards the main branch (Figs. 1—3, pp. 7—9). This successive course of the leaf and twig blight with an »acropetal» phase (the leaf fall) and an »acrofugal» phase (the twig blight) should be especially emphasized, as it is important for the characterization of the disease as well as for the comprehension of its origin.

The changes in the leaves arising in connection with the defoliation are not particularly specific and are in the main the same as those found in conjunction with the normal ageing of the leaves.

The designation »leaf (and twig) blight» is far from being apt, inasmuch as the leaves certainly do not need to show any blight symptoms when they fall. The detachment of the leaves is the primary phenomenon, the »blight» the secondary one.

On the dead or dying leaves there very often appear sooner or later blackish brown blotches caused by *Pestalotia* spp (Fig. 5, p. 14). The

Pestalotia blotches are, however, not specific for the leaf and twig blight, even if they occur more frequently than usual in conjunction with this.

The leaf fall may be copious without the flower buds being affected. If the leaf fall is total the flower buds usually die too, however.

In respect of the injuries arising, all degrees are found from a slight thinning of the foliage to cases in which the leaf fall has been particularly comprehensive, the majority of the branches have died and there have been no or only very few flowers; azaleas in this latter state are naturally of no value as decorative plants. The leaf and twig blight seldom leads to the complete death of the azalea. Sooner or later new shoots begin to grow out from the basal parts of the branches (Fig. 4, p. 10), and with suitable treatment fully saleable specimens may be obtained for the following year; such recultivation is seldom likely to be remunerative under Swedish conditions.

No more pronounced differences between different varieties of azaleas in respect of the receptivity for leaf and twig blight have been able to be established with certainty.

III. Conditions precedent for the Origin of Leaf and Twig Blight.

When leaf and twig blight occurs the most copious leaf fall has usually taken place during the actual transport, the leaves continue to fall some time after unpacking and potting, but comparatively soon there is a return to normal conditions and no further injuries occur. It may also happen, however, that an initially relatively moderate fall of the leaves may continue during the time following and even become intensified. In the last-mentioned cases the conditions under which the azaleas are kept during the time between unpacking and forcing will probably have a decisive influence. It is, however, beyond doubt that the leaf and twig blight to a preponderant degree is directly or indirectly dependent upon the conditions under which the transport takes place. The transportation of the azaleas from Belgium to Sweden usually takes place by boat and then by rail or motor-lorry to the recipients in the interior of the country. Normally the transport takes at least 1—2 weeks, during recent years it has taken 3—5 weeks owing to war conditions. Nearly always the azaleas are despatched without pots and many together in wooden boxes or in baskets covered with paper and sacking. The methods of packing vary in fact considerably, but all have one thing in common, namely that the azaleas are shut in in more or less enclosed spaces, without access to light and with a very small volume of air in relation to the plant bulk.

At the same time that the azaleas in their packings are offered a certain protection against drying up, frost and injuries of a mechanical kind, they

are, however, exposed to an environment that is particularly unfavourable for the normal vital functions, and which, moreover, may be expected to provide the very best conditions for the development of many parasitic fungi and bacteria. As, furthermore, the symptoms of the leaf and twig blight in themselves provide little guidance in forming an opinion of the nature of the disease, it has been necessary to plan this investigation on a fairly broad basis. On the one hand an investigation has been made into whether the leaf and twig blight might be conditioned by parasites, particular importance having been attached to the part played by the *Pestalotia* species, as, especially formerly, importance was attributed in this connection to these fungi. On the other hand an examination has been made of the reactions of the azaleas to the abiotic environment factors that do or might exist in the packings, the effects thus obtained being compared with the symptoms known to be characteristic for leaf and twig blight.

IV. Can Pestalotia species be regarded as a cause of Leaf and Twig Blight?

1. Earlier investigations into the pathogenicity of *Pestalotia* species in relation to *Azalea* and *Rhododendron*.

With regard to the pathogenicity of the *Pestalotia* species in relation to azaleas (= the different cultivated forms of »*Azalea indica*») there probably does not exist more than one experimental investigation, namely that of Kotthoff. Most of the investigations to be considered in this connection refer to other species of the genus *Rhododendron* (in which *Azalea* is usually included as a subgenus). Infection experiments have been carried out in addition to those by Kotthoff (1930) by Schmitz (1920), Tengwall (1924), Doyer (1925), White (1930), Howarth & Chippindale (1931) and Servazzi (1936). From a formal point of view the results of the works of these scientists do not always agree, but in one respect they are nevertheless in complete agreement: the *Pestalotia* species under consideration can in no circumstances be regarded as harmful pathogens on *Rhododendron* (and *Azalea*). One notes further that when the fungi have begun their attack at all, the presence of injured or dying tissues in which the fungi have been enabled to begin to develop on the host-plant has in most cases been indicated as a necessary pre-requisite condition. It is of special interest for this investigation that the infections, when they have given a positive result, seem throughout to have led to injuries of entirely local character in the form of blotches on the leaves, small wounds on the stems, etc, whereas no general leaf fall or symptoms characteristic of the leaf and twig blight have in any single case been mentioned as a result of the activity of the fungi.

2. Investigations carried out at the State Plant Protection Station.

a. Occurrence of *Pestalotia* spp. on diseased and healthy azaleas.

Experiments made first by H. Ekstrand, Senior Assistant at the State Plant Protection Station, and afterwards by the author with a view to elucidating the occurrence of *Pestalotia* spp. on diseased and healthy azaleas have shown that fungi belonging to the said genus nearly always appear on the leaves as well as on older and younger cauline parts — to a lesser extent on very young shoots, however, — and on coarser roots, and this not only on diseased and dead parts of the plants but also on the uninjured parts of diseased azaleas and on entirely healthy azaleas. The fungi do not seem to appear in the form of resting conidia but as epiphytically living, more or less developed mycelia. It was also possible to prove the existence of species of *Pestalotia* on germinating seed to a certain extent.

One of the experiments should be specially mentioned as the results are particularly characteristic for the frequency of the *Pestalotia* species as well as for their relation to their host-plant. From a healthy and uninjured azalea (Paul Schäme) a number of leaves were plucked with a sterile pincette. The leaves were laid in sterilized »damp chambers» (= Petri dishes with moistened filter-paper) on the one hand directly and on the other hand after they had been injured at some place by cautious burning in a spirit flame or by crushing with a coarse, sterile pincette. After ten days at room temperature the uninjured leaves were still fully intact and healthily green (Fig. 6 a, p. 19), while all the injured leaves were discoloured by *Pestalotia* attacks arising from the burnt and crushed places respectively (Fig. 6 b and c). The same result was obtained when the experiment was repeated with several other varieties of azaleas. It seems as though practically every azalea leaf harbours on its surface fungi belonging to the genus *Pestalotia,* although these as a rule are extremely harmless and are not able to attack the substratum parasitically until the leaves have been injured in some other way first.

b. Identification of the *Pestalotia* species isolated from *Azalea.*

A minor part of my material may be determined as *P. macrotricha* Kleb. (Fig. 7 a, p. 21). The majority of the *Pestalotiae* that I have observed on *Azalea* come close to the type *P. rhododendri* Guba, however, but differ as regards the measurements of the conidia more or less from those indicated for that species. On the other hand they cannot be placed in definite relation to any other of the species included in Guba's *Pestalotia* monography (with the exception of *P. versicolor,* which differs very slightly indeed from *P. rhododendri).* Here they have been named collectively the »*rhododendri* group» (Fig. 7 b-f, p. 21; Tab. 1, p. 23).

From azalea seeds I have isolated two species (Fig. 8, p. 22), one of which is undoubtedly *P. guepini* Desm. The second may probably be described as *P. vermiformis* Massee or some closely allied species.

On one occasion I obtained from a healthly, uninjured azalea twig (Mme Petrick) a *Pestalotia* species with four-celled conidia which does not seem to be identical with any species previously known. A description as a new

species will perhaps be given in another connection, here the species may for the present pass under its journal number (*P.* 53) with a reference to Fig. 9, p. 24, and the following approximate data: length of the conidia c. 19 μ, greatest width c. 8 μ, total length of the two middle cells c. 13 μ, length of the setae 13—25 μ, pedical 0 (early deciduous), colour of the middle cells dark brown.

c. Infection experiments.

Infection experiments have been made with the following *Pestalotia* species isolated from *Azalea: P.* 5015, *P.* 5016, *P.* 79 (all belonging to the »*rhododendri* group»), *P. macrotricha, P. guepini, P.* cfr *vermiformis* and *P.* 53 (Cf. above). The infection objects have been cuttings or (mostly) 2—3-year old azaleas of the Mme Petrick, Paul Schäme and Pink Pearl varieties. In an experiment with cuttings (carried out by Dr. C. Hammarlund and H. Ekstrand) the infections have taken place by a piece of an agar culture being applied directly to the cutting and by watering of the soil with conidia suspensions respectively and otherwise by the leaves being sprayed or brushed over with conidia suspension. The experiments have been made under different external conditions: at different high temperatures, different humidity of the air, in light and in darkness, etc.

3. Conclusions.

In experiments to infect azalea cuttings with *Pestalotia* spp. via the subterranean parts no noticeable effect of the infections was obtained under natural conditions, i. e. when the cuttings had been planted in unsterilized soil. In soil sterilized in the autoclave, on the other hand, about half of the infected cuttings died, probably in consequence of the attack of the fungi. Varying experiments at infecting the superterranean parts of the azaleas gave positive results only in respect of the leaves and when they had been injured by mechanical means or were in a state of reduced vitality (older leaves situated basally on the twigs). The injuries resulting (smallish black blotches of killed leaf tissue) were, however, irrespectiv of which of the examined *Pestalotia* species it was a question of, of strictly local nature and did not spread to any great extent even under conditions very favourable (»damp chambers») to the vegetative development of the fungi. In these respects the experiments carried out at the Plant Protection Station and the earlier foreign ones give entirely unanimous testimony.

What is of the greatest importance in view of the purpose of this investigation is further that the *Pestalotia* attacks have in no case caused leaf fall and still less any more pronounced injury of leaf and twig blight type. The theory of Pestalotia species as the cause of leaf and twig blight has thus received no experimental support whatever. The entirely accordant experiences from com-

parable foreign experiments and the fact that different *Pestalotia* species are particularly common not only on diseased but also on entirely healthy azaleas argues in favour of the said fungi under normal conditions living as sapro- and epiphytes on the azaleas without influencing them in any detrimental way. Only under certain conditions have the *Pestalotia* species an opportunity of showing a tendency to parasitism, which is nevertheless weak and does not lead to any more serious consequences for the host-plant. If the *Pestalotia* species become specially pronounced on azaleas suffering from leaf and twig blight this is not due to their having caused the disease but to the abundant occurrence of dead and dying plant parts having created favourable pre-requisite conditions for the development of these fungi.

V. Is the Leaf and Twig Blight caused at all by Parasites?

A careful inspection of a large number of azaleas in different stages of leaf and twig blight gave the result that apart from the *Pestalotia* species — whose unimportance in this connection has been shown by the above — no pathogens or foreign organisms whatever demonstrable by the microscope appeared either so regularly or so localized in connection with the leaf and twig blight that they could be suspected of being the cause of the disease. That being the case there is no reason to assume the leaf and twig blight to be caused by parasites.

VI. Abiotic Factors as the cause of Leaf and Twig Blight.

1. Drought. 2. Water-logging. 3. Low temperatures.

Drought, water-logging and frost may, it is true, separately give rise to copious leaf fall and naked or dead twigs, but experiments as well as experience from practice show that the resulting injuries differ in several respects from leaf and twig blight of the type referred to here and that that cannot be caused by any of the factors named. In certain cases, however, it will probably not be out of the question for an abnormally copious leaf fall during or immediately after transport to have been caused by a slight effect of cold while the azaleas lay packed, for it is evident from the experiments that a brief exposure to temperatures of or immediately below zero, which are endured by the azaleas without any immediately observable injuries, may cause a kind of cold chlorosis, as a result of which primarily the older leaves grow yellow after some time and gradually fall off.

4. Lack of light.

The azaleas react rather slowly to lack of light and the total exclusion of light that the azaleas have to suffer during the time they lie packed up can

therefore only in unusually lengthy transports be expected to occasion any leaf fall worth mentioning. Of greater importance than the direct effects of the lack of light are the i n d i r e c t ones (See section 6).

5. Strong reduction of the root system.

The strong reduction of the root system, which necessarily takes place in connection with the azaleas intended for export being taken up out of the beds in which they have hitherto been cultivated, is, judging from all appearances, of no importance for the origin of the leaf and twig blight.

6. »Transport experiments».

In the »transport experiments» azaleas of different varieties were kept for shorter or longer periods and under differing external conditions in packings of principally the same kind as those in which the azaleas usually travel to Sweden. The aim in view was as far as possible to imitate the conditions that prevail or may prevail during a genuine transport. »The transports» lasted from 24 to 31 days. All the experiments resulted in severe shedding of the leaves and a more or less extensive twig blight (Figs. 13—14, pp. 48—49). The fall of the leaves was more copious in a higher than in a lower temperature and similarly more abundant after a longer than after a shorter transport. If the packings were made more tight the injuries were worse than in a less tight packing under otherwise similar conditions. The shutting in in an enclosed space did not, however, by itself cause any leaf fall, but did so as soon as it was combined with lack of light. On the basis of the experimental results the following hypothesis was put forward to explain the leaf fall. By the very fact of the azaleas during storage in the dark not having an opportunity of assimilating carbon dioxide and by the fact that no appreciable supply of fresh air from outside can take place, the composition of the atmosphere in the packings will primarily be dependent on the interchange of gases that comes about in the respiration of the azaleas and of the soil organisms. The oxygen is used up and is replaced by a corresponding volume of carbon dioxide, and owing to the large amount of plants and soil in relation to the limited volume of air in the packings, this change in the composition of the air may take place comparatively quickly. The result will be a carbon dioxide poisoning of the azaleas manifesting itself in leaf fall and twig blight. If and when poisoning sets in and how pronounced the symptoms become is determined by the concentration of carbon dioxide and the duration of the time during which the plants remain packed. In theory the carbon dioxide can reach a maximum concentration of c. 20 % (possibly somewhat higher due to anaerobic respiration), but in practice one will probably have to reckon with somewhat lower values dependent on the condition of equilibrium between on the one hand the respiration intensity and on the other the rate at which ventilation takes place in the packings, factors

which in their turn depend primarily on the temperature, the type and tightness of the packings and the movements in the circumambient air.

In order to corroborate this hypothesis I made the following simple experiments. Azalea twigs (Paul Schäme) were enclosed, singly or many together, in air-tight closeable glass jars of c. ½ l. (Fig. 15, p. 53). In some series of experiments the respiration of the azalea twigs was the only factor that influenced the composition of the atmosphere in the jars. In other series of experiments sodium hydroxide (to absorb the carbon dioxide) was added at the beginning of the experiments or an alcaline solution of pyrogallic acid (absorbing in the first place the oxygen but also the carbon dioxide), or else pure carbon dioxide was introduced in quantities corresponding to 10—100 % of the volume of air in the jars. The jars were placed in a dark room at a temperature of c. 20° C and the experiments were allowed to continue to up to 10 days.

The results of these experiments may be summarized in the following way:

1) In the jars to which no addition of any kind had been made and in which the number of azalea twigs was large, i. e. where the plant bulk was large in proportion to the volume of air and where consequently a strong concentration of carbon dioxide must be assumed to have taken place owing to the respiration of the plants, the azalea twigs within a short time displayed typical leaf and twig blight. (Fig. 16: 7—8, Fig. 17 E).

2) In otherwise the same conditions as those given under 1) the injuries were slighter and considerably delayed if a carbon dioxide absorbing medium (sodium hydroxide) was introduced into the jars at the beginning of the experiment.

3) No injuries occurred in the jars that had not received additions of any kind and that contained s i n g l e azalea twigs, i. e. where the plant bulk in relation to the air volume was slight and where the intensification of the carbon dioxide concentration caused by the respiration had consequently been comparatively inconsiderable. (Fig. 16: 4, Fig. 17 c).

4) A typical leaf and twig blight arose under the same conditions as those given in 3) if at the beginning of the experiment carbon dioxide (10—100 %) was introduced into the jars. (Fig. 16: 5—6 [100 % CO_2], Fig. 17 A [10 % CO_2], Fig. 17 B [20 % CO_2]).

5) Lack of oxygen did not by itself occasion any leaf fall, at all events not if the lack of oxygen was confined to the period of time during which the experiments continued (Fig. 16: 1—2, Fig. 17 D and F).

One conclusion from the above must be that also the injuries mentioned in 1) are derived from carbon dioxide poisoning. The series of experiments referred to there are, however, fully analogous to the above-mentioned »transport experiments», only carried out on a smaller scale and under more controlled conditions. The chain of circumstantial evidence that may thus be

drawn from the pure laboratory experiments to the »transport experiments» gives in my opinion indisputable proof of the probability that also the leaf and twig blight developed in the later experiments is the consequence of a carbon dioxide poisoning occasioned by the carbon dioxide concentration in the packings being greatly intensified by the activity of the plants themselves. The »transport experiments» show on the other hand sufficiently great agreement with »real» conditions for the results obtained experimentally to be given a more general application. I therefore consider that there are good reasons for reckoning with carbon dioxide poisoning as the chief cause also of the leaf and twig blight that in practice occurs in the azaleas in conjunction with the transportations from abroad to Sweden.

The final proofs of the correctness of this view of the causes of the leaf and twig blight presuppose observations and experiments in connection with the actual transports, which at present are hardly accomplishable. As far as one knows at present it will, however, probably be difficult to advance any really weighty reasons against the theory of a carbon dioxide poisoning. Of course one can point out that as a rule the packings are not so tight as to make a more intensified concentration of carbon dioxide probable, that the times of transport often seem to have been too short for injuries to have had time to arise in the way referred to, and also to cases in which no injuries have appeared in spite of protracted transport and unusually tight packings. In order to deal with the last point first, the leaf and twig blight, if common, is no rule but an exception, most of the azaleas, as we know, arriving here in a fairly good condition, and several conspiring circumstances are necessary for the leaf and twig blight to arise. One requirement among others is, as the experiments have shown, a not too low temperature. If the temperature during most of the time remains for instance between 0° and 5° C, which is very probable in late transportations, the defoliation is likely to be very slight even if other requisite conditions should be present. On the other hand, to take a concrete example, the air holes that are often found in the azalea boxes, seem to constitute an effective means to combat the creation of a close atmosphere. As, however, these boxes are often placed side by side close to each other, so that the holes become covered, the holes at times lose most of their importance as ventilators and cannot prevent a more or less completely enclosed air space arising, where the carbon dioxide, which is a heavy and relatively sluggish gas, may easily collect. In a well filled and closed hold there easily arise, too, »quiet corners» without the more frequent currents in the outer air that might contribute to a change of air in the interior of the packings. Further, attention must be paid to the fact that the interchange of gases in respiration is not associated with a change in volume, and there are thus no differences in pressure that might promote ventilation. When

forming an opinion of the duration of the transports one must distinguish between the »time of transport» and the »time of packing», which two terms do not always coincide. The date of the invoice usually refers to the despatch of the consignment, but in view of the size of the azalea export in some quarters, it will probably be out of the question for each packing to be made the same day that it is despatched. On the contrary, one must assume that in many, perhaps most, cases, the azaleas have been packed much earlier, and that the »time of packing» (i. e. the time during which the azaleas remain packed), which is the only factor of importance in this connection, may have been considerably longer than is shown by available data. The time alone is not decisive either of course, and a short transport when the temperature is comparatively high may be expected to be followed by as servere injuries as a considerably longer one at a lower temperature.

Should the theory of a carbon dioxide poisoning of the azaleas prove to hold good when an examination is made under the conditions prevailing in practice, the guiding principles for an effective »combating» of the leaf and twig blight are more or less apparent. Better and thorough ventilation of the packings and a »time of packing» reduced as much as possible are what should be aimed at in the first place. The same object might be attained if the azaleas during at least the greater part of the transport could be kept at a relatively low temperature, for instance + 5 to 6° C, as a result of which the respiration intensity would be retarded so much that the vitiation of the air even in a fairly lengthy transport would not reach any more risky values. To what extent measures in the directions indicated are practicable will probably be not so much a technical question as, far rather, an economic one, the solution of which necessitates cooperation between interested parties in the respective countries.

LITTERATURFÖRTECKNING.

Ahlberg, O. & Ingelström, E., Sjukdomar och skadedjur, som angripa våra viktigaste lantbruks- och trädgårdsväxter. — Stat. Växtskyddsanst. Meddel. N:r 17, Stockholm 1936.

Buchwald, N. F., Plantepatologiske Meddelelser 1—5. — Kgl. Veter. Landbohøjsk. Aarsskr. København 1936.

Doyer, C. M., Untersuchungen über die sog. *Pestalozzia*-Krankheiten und die Gattung *Pestalozzia* de Not. — Medd. Phytopath. Lab. Willie Commelin Scholten 9, 1925.

Flachs, M., Weitere Beschädigungen an Azaleen durch *Acalla schalleriana* L. und *Pestalozzia* sp. — Blumen- und Pflanzenbau 42, 1927. (Ref. efter Rev. Appl. Myc. 7, 1928).

Gram, E. & Weber, A., Plantesygdomme. København 1940.

Guba, E. F., Monograph of the genus *Pestalotia*. Part I. — Phytopath. 19, 1929.
—»— , Monograph of the genus *Pestalotia*. Part II. — Mycologia 24, 1932.

Howarth, W. O. & Chippindale H. G., On some fungi occuring on Rhododendrons. — Mem. Proc. Manchester Lit. & Philosoph. Soc. 75, 1931.

Klebahn, H., Beiträge zur Kenntnis der Fungi imperfecti, III. — Mycol. Centralbl. 4, 1914.

Kostytschew, S., Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, I. Berlin 1926.

Kotthoff, P., Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Pestalozzia* de Not. — Gartenbauwiss. 3, 1930.

Küster, E., Kultur der Mikroorganismen. Leipzig/Berlin 1913.

Landgraf, T., Eine bedenkliche Azaleenseuche. — Die kranke Pflanze 42—43, 1932.

Lundegårdh, H., Klima und Boden. Zweite Auflage. Jena 1930.

Molisch, H., Untersuchungen über Laubfall. — Sitz. ber. K. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. 1, 93, 1886.

Pape, H., Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen. Dritte Auflage. Berlin 1939.

Pfeiffer, H., Die pflanzlichen Trennungsgewebe. — Handb. d. Pflanzenanatomie 5, 1928.

Riemsdijk, M. van, Über einen neuen einfachen Sauerstoffindikator für die Züchtung von anaeroben Bakterien. — Centralbl. f. Bakt., Abt. I, 88, 1922.

Romell, L. G., Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor. — Medd. fr. Stat. Skogsförsöksanst. 19, Stockholm 1922.

Schmitz, H., Observations on some common and important diseases of the *Rhododendron*. — Phytopath. 10, 1920.

Servazzi, O., Su alcune *Pestalotia* parassite facoltative di piante ornamentali. — — La Difesa della Piante 11, 1934. (Ref. efter Rev. appl. myc. 13, 1934).

—»— , Sulla biologia di *Pestalotia macrotricha* Kleb. — Boll. Lab. Sperim. R. Osserv. Fitopatol. Torino 13, 1936. (Ref. efter Rev. appl. myc. 16, 1937).

Statens Växtskyddsanstalt, Flygblad N:r 33, Stockholm 1937.

Tengwall, T. Å., Über einige parasitischen Pilze auf kultivierten *Rhododendron*. — Medd. Phytopath. Lab. Willie Commelin Scholten 6, 1924.

Wenzl, H., Die Untersuchung epiphytischer Pilze nach dem Abdruckverfahren (Zelloidinhäutchen-Methode). — Zentralbl. f. Bakt., Abt. II, 101, 1939.

White, R. P., Pathogenicity of *Pestalotia* spp. on *Rhododendron*. — Phytopath. 20, 1930.

Wiesner, J., Über den Treiblaubfall und über Ombrophilie immergrüner Holzgewächse. — Ber. Deutsch. Bot. Ges. 22, 1904.

Wilson, J. K., Calcium hypochlorite as a seed sterilizer. — Amer. Journ. Bot. 2, 1915.

EMIL KIHLSTRÖMS TRYCKERI A.-B.
Stockholm 1943
17148